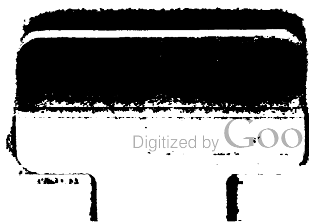




Roster

IL PULVISCOLO ATMOSFERICO

ED I SUOI

MICRORGANISMI

DOTT. GIORGIO ROSTER
PROF. DI CHIMICA BIOLOGICA E DI IGIENE
NEL R. ISTITUTO DI STUDI SUPERIORI DI FIRENZE

IL

PULVISCOLO ATMOSFERICO

ED I SUOI MICRORGANISMI

STUDIATO

DAL LATO FISICO, CHIMICO E BIOLOGICO

ORIGINE, NATURA E QUANTITÀ DEI VARI ELEMENTI DEL PULVISCOLO.
LORO AZIONE SU L'ORGANISMO UMANO.
MODI DI RACCOGLIERLI, ESAMINARLI E VALUTARLI.

CON XVI TAVOLE
E 4 FIGURE INTERCALATE NEL TESTO.

FIRENZE
STABILIMENTO TIPOGRAFICO G. CIVELLI
—
1885.

ALLA MEMORIA

DELL' AMICO

GIOV. BATTISTA TOSCANELLI

CHE VIVE CARISSIMA

NELL' ANIMO MIO

GIORGIO ROSTER.

PREFAZIONE



Il libro che presento al pubblico è uno studio completo su le Polveri atmosferiche, tanto in relazione alla loro origine e natura, alle loro variazioni ed ai legami che presentano colle scienze biologiche, quanto per ciò che si referisce alle indagini fisiche e chimiche da eseguirsi sui diversi elementi che le compongono.

Alle moltissime osservazioni degli autori antichi e moderni, che ho cercato di riprodurre colla massima diligenza, ho aggiunte quelle che mi son proprie, ricavate dalle indagini su l'atmosfera alle quali con particolare studio attendo da qualche tempo; come ai molti e svariati metodi che furon proposti, o che sono in uso per l'analisi chimica e microscopica delle Polveri aeree, ho aggiunto quei processi analitici e la descrizione di quegli apparecchi, da me modificati o ideati, e che all'atto pratico han fatto già buona prova.

Il libro è diviso in quattro Parti ben distinte.

Nella I[a] Parte ho riunito tutto ciò che aveva attinenza col Pulviscolo dell'aria libera, studiando l'origine e la diversa natura dei suoi elementi e ponendo in evidenza le oscillazioni che subisce nel suo complesso, e le cause che vi

presiedono. Allo studio particolare delle Polveri minerali, ho fatto succedere quello dei Corpuscoli organizzati viventi, e dopo aver parlato della generazione spontanea, e dell'ufficio che hanno i germi dell'aria nelle diverse modalità che presentano i processi fermentativi, mi son fermato più a lungo sui Bacteri dell'aria, studiandoli prima nei loro caratteri morfologici e biologici, e poi nelle loro origini, nelle loro specie, e nelle loro oscillazioni rispetto ai luoghi ed alle epoche.

La II^a Parte è destinata allo studio del Pulviscolo dell'aria confinata in genere, e in particolar modo dell'aria delle abitazioni private, degli spedali, dei bastimenti, delle fogne e degli opifici industriali.

Nella III^a Parte è trattato dell'azione locale e generale che esercitano sul nostro organismo le Polveri inerti ed i Corpuscoli viventi. Dopo aver discorso delle teorie patologiche, che possono spiegare l'origine e la natura delle malattie infeziose, e dei supposti Bacteri patogeni, ho preso partitamente in esame le principali malattie infeziose, cercando di indagare se e quanto siano applicabili a ciascuna di esse le nuove dottrine patologiche, e poi dai singoli fatti raccolti e discussi sono sceso a formulare conclusioni generali.

Finalmente ho destinata la IV^a ed ultima Parte all'esposizione accurata dei modi di analisi fisica, chimica e biologica, da eseguirsi sulle diverse parti costituenti il Pulviscolo, tanto se tuttora sospeso nell'aria, quanto se trascinato dalle acque meteoriche; e in questi due casi ho esposto i principali processi, e gli apparecchi destinati alla loro raccolta, al loro esame ed alla loro valutazione.

Numerose figure intercalate nel testo, o riunite in Tavole, che rappresentano le specie più comuni o più interessanti dei Microrganismi atmosferici, e i diversi apparecchi analitici, serviranno utilmente alla intelligenza del libro.

Se avrò raggiunto lo scopo non so; ma appunto per avere scritto un libro che deve riuscir nuovo per l'Italia, e per non aver risparmiate nè cure nè fatiche onde l'argomento fosse trattato in ogni sua parte e in ogni sua attinenza, ho la speranza di non aver fatto un lavoro infruttuoso.

Firenze, Febbraio 1885.

L' AUTORE.



INDICE DELLE MATERIE

PARTE PRIMA

Il Pulviscolo dell' aria libera.

LIBRO I.

Del Pulviscolo atmosferico in genere e delle polveri minerali in particolare

LIBRO II.

I Microrganismi dell' atmosfera.

APPENDICE

PULVISCOLO DELL' ARIA LIBERA ALLO STATO DI POLVERE SECCA O TRASCINATO DALLE ACQUE METEORICHE.

PARTE SECONDA

Pulviscolo dell' aria confinata.

PARTE TERZA

Azione ed effetti dei diversi elementi del Pulviscolo atmosferico su l' organismo animale.

LIBRO I.

AZIONE ED EFFETTI DELLE POLVERI ATMOSFERICHE INERTI.

LIBRO II.

AZIONE ED EFFETTI DEI MICRORGANISMI ATMOSFERICI.

PARTE QUARTA

Modi di raccogliere, esaminare e valutare i diversi elementi del Pulviscolo atmosferico.

LIBRO I.

INVESTIGAZIONI SUL PULVISCOLO ALLO STATO DI POLVERE SECCA E NELLE ACQUE METEORICHE.

LIBRO II.

INVESTIGAZIONI SUL PULVISCOLO SOSPESO NELL' ARIA.

*



INDICE

DELLE FIGURE INTERCALATE NEL TESTO





INDICE DELLE TAVOLE

TAV. IV. — **Microbacteri.**

Fig. 1. Bacterio atmosferico in bastoncelli rigonfi alle estremità; specie comune (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 2. Bacterio atmosferico, che per la forma somiglia ai Micrococchi (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 3. Bacterio atmosferico simigliante al *Bacterium lineola*, che può servir di tipo alla specie (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 4. Bacterio atmosferico simigliante al *Bacterium catenula* (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 5. Bacterio atmosferico; specie esilissima (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 6. *Bacterium termo* in articoli isolati. Ingrand. 650 diametri.

Fig. 7. *Bacterium lineola* in articoli isolati. Ingrand. 650 diametri.

TAV. V. — **Desmobacteri.**

Fig. 1. Bacillo atmosferico, speciale per le sue dimensioni in larghezza (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 2. Il medesimo Bacillo della Fig. 1 in diverse fasi di sviluppo (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 3. Bacillo atmosferico in filamenti lunghi e rigidi (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 4. Bacillo atmosferico, specie straordinariamente abbondante. Forme abituali che assume coltivato nelle infusioni povere di materie albuminoidi (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 5. Il medesimo Bacillo della Fig. 4, coltivato in liquidi nutritivi molto ricchi (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 6. Bacillo atmosferico in filamenti estremamente tenui (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 7. *Bacillus ulna*. Ingrand. 650 diametri.

Fig. 8. *Bacillus subtilis*. Ingrand. 650 diametri.

TAV. VI. — **Spirobacteri.**

Fig. 1. *Vibrio rugula* (Cohn). Ingrand. 650 diametri.

Fig. 2. *Vibrio serpens* (Cohn). Ingrand. 650 diametri.

Fig. 3. Vibrione atmosferico. *Vibrio serpens?* (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 4. Vibrione atmosferico (Miquel). Ingrand. 1000 diametri.

Fig. 5. *Spirillum undula* in filamenti isolati (Cohn). Ingrand. 650 diametri.

Fig. 6. *Spirillum volutans* (Cohn). Ingrand. 650 diametri.

Fg. 7. *Spirillum tenue* in filamenti isolati, e aggruppato in sciame (Cohn). Ingrand. 650 diametri.

Fig. 8. *Spirochæte plicatilis*. Ingrand. 650 diametri.

TAV. VII. — **Bacteri patogeni.**

Fig. 1. Micrococco della pioemia, da una membrana piogenica che ricopriva l'intestino di un coniglio.

Fig. 2. Micrococco ovale della Septicoemia, dai vasi e dalla milza di un coniglio (Koch).

Fig. 3. Bacteri della Septicoemia (*Bacterium septicoemiæ*) nel sangue di piccione (Koch).

Fig. 4. Bacilli della Febbre Tifoidea (Tommasi-Crudeli). Ingrand. 1040 diametri.
a. Bacilli trovati nel succo di una glandula linfatica. Sporigeni (?).
b. Bacilli trovati in una glandula meseraica del Pearson.

Fig. 5. *Spirochæte Obermeieri* e globuli sanguigni nel Tifo ricorrente (Koch). Ingrand. 700 diametri.

Fig. 6. Bacillo a virgola del Colera coltivati nel brodo (Koch). Ingrand. 600 diam.
a. Lunghi filamenti a spirale.

Fig. 7. *Micrococcus vaccinæ.* Ingrand. 650 diametri.

Tav. VIII. — **Bacteri patogeni.**

Fig. 1. Sporule del *Bacillus malariæ* in vegetazione (Tommasi-Crudeli). Ingrand. 1040 diametri.

Fig. 2. *Bacillus malariæ* non sporigeno (Tommasi-Crudeli).
a. Bacillo con protoplasma omogeneo. Ingrand. 1040 diametri.
b. Bacillo con principio di divisione del protoplasma. Ingrand. 1040 diam.
c. Bacillo in filamenti articolati con protoplasma omogeneo. Ingrand. 750 diametri.

Fig. 3. *Bacillus malariæ* sporigeno (Tommasi-Crudeli).
a. Bacillo con due spore terminali. Ingrand. 620 diametri.
b. Bacillo con due spore terminali e una mediana. Ingrand. 620 diametri.
c. Bacillo in filamento articolato con articoli sporigeni e non sporigeni. Ingrand. 620 diametri.
d. Bacillo in filamenti con tutti gli articoli sporigeni. Ingrand. 1040 diam.

Fig. 4. *Bacillus malariæ* nel sangue al principio dell' accesso febbrile (Cuboni e Marchiafava). Forme uguali a quelle osservate dal Klebs e dal Tommasi-Crudeli. Ingrand. 750 diametri.

Fig. 5. *Bacillus malariæ* nel sangue della milza. Ingrand. 750 diametri.

Fig. 6. *Bacillus malariæ* forme più comuni osservate dal Cuboni e Marchiafava nel periodo del freddo.

Tav. IX. — **Bacteri patogeni.**

Fig. 1. *Bacillus anthracis* (Tommasi-Crudeli). Ingrand. 1040 diametri.

Fig. 2. *Bacillus anthracis* (Toussaint).
a. Il Bacillo quale si osserva nel sangue.
b. Il medesimo dopo 1 ora di coltivazione.
c. Il medesimo dopo 2 ore di coltivazione.
d. Il medesimo dopo 5 ore di coltivazione.

Fig. 3. Sviluppo delle spore del *Bacillus anthracis.*
a. Spore isolate in liquido di cultura.
b. Le stesse dopo 1/2 ora di vegetazione.
c. Le stesse dopo 1 ora.
d. Le stesse dopo 2 ore.
e. Le stesse dopo 3 ore.
f. Le stesse dopo 16 ore.

Fig. 4. *Bacillus anthracis* sporigeno, coltivato nel siero di sangue di cane (Toussaint).

Fig. 5. Bacillo della Tubercolosi (Koch).

Tav. XV. — **Apparecchi per l'analisi del Pulviscolo atmosferico.**

Tav. XVI. — **Apparecchi per l'analisi del Pulviscolo atmosferico.**



INTRODUZIONE

« Natura maxime miranda in minimis. »
LINNEO.

Lo studio del Pulviscolo atmosferico ha preso oggigiorno nuova importanza, a cagione dei numerosi corpuscoli viventi che vi son contenuti, e da che specialmente le moderne dottrine patologiche tendono ad attribuire a questi microrganismi l'origine e lo spandersi di ogni malattia infeziosa.

Fino dai tempi più remoti le polveri dell'aria avevan fermata l'attenzione degli studiosi; ma per trovare da questo lato indagini condotte con vero metodo scientifico, bisogna giungere al Loeuwenhoeck, al Gautier de Claubry ed all'Ehrenberg, i quali facendo conoscere l'importanza che per le scienze biologiche poteva avere lo studio delle polveri atmosferiche, apersero un vasto orizzonte a nuove e singolari scoperte.

Troppo lungo sarebbe numerare soltanto i moltissimi lavori che si referiscono a questo argomento, da che specialmente la storia del Pulviscolo atmosferico si collega e si confonde con quella della generazione spontanea, delle fermentazioni e della patogenesi delle malattie epidemiche e

contagiose. Alcuni autori si occuparono in special modo della natura, delle forme e della quantità delle polveri atmosferiche; altri presero in considerazione più particolarmente i corpuscoli organizzati viventi, come fattori della putrefazione e delle fermentazioni; altri infine studiarono questi medesimi corpuscoli in relazione alla comparsa ed alla propagazione delle malattie.

Fra tutti gli scritti che più da vicino si referiscono al Pulviscolo atmosferico, rammenteremo alcuni di quelli che hanno più stretto legame colla natura e collo scopo del nostro libro.

Primo fra gli studiosi dei microrganismi dell' aria appare il Loeuwenhoeck (1), il quale dimostra che le acque di pioggia contengono sempre degli Infusori, raccolti dall' atmosfera. Alle osservazioni del Loeuwenhoeck tennero dietro numerose pubblicazioni dell'Ehrenberg (2), che dal 1822 al 1858 scrisse a più riprese sulle polveri atmosferiche, dimostrando che contengono sempre semi di Crittogame, tanto se raccolte negli spazi confinati, quanto là dove, come sulle montagne, l'aria poteva supporsi straordinariamente pura. Quasi nello stesso tempo il Gautier de Claubry (3) forniva la prova che l'aria non solo trasporta seco spore e germi, ma questi son capaci di svolgersi e di moltiplicarsi a contatto dell'acqua. Il Meyer e il Weld in Germania; lo Swagne, il Brittan e il Budd in Inghilterra; il Robin e il Beaudrimont in Francia, quasi contemporaneamente imprendevano diligenti osservazioni microscopiche su le polveri aeree, e in special modo su gli organismi viventi. Pari importanza ebbero gli

(1) *Loeuwenhoeck,* Opera omnia, t. I. Anat. et Contempl. p. 37 Lugd. Bat. 1722.

(2) Si consultino i Resoconti dell'Accademia delle Scienze di Berlino, e l'Opera: Uebersicht der seit 1847 forgesetzten Untersuchungen über das von Atmosphäre unsichtbar getragene reiche organische Leben, von Christian Gottfried Ehrenberg. Berlin. 1871-1874 G. Voit.

(3) *Gautier de Claubry,* Compt. Rend. Ac. Sc. t. XLI, pag. 645.

studi del Tompson, e quelli contemporanei dell'Angus Smith, dell'Iabez Hoog, e del Berkeley, e più che mai fecero epoca gli scritti del Pouchet (1), che riuniva nel suo libro sulla generazione spontanea, le molte e pazienti investigazioni da lui tentate su gli organismi dell' atmosfera.

A cominciare da quest' epoca gli studi microscopici su l' aria ebbero un nuovo impulso, e fra i molti che attesero a queste investigazioni, occupa certo uno dei primi posti il Pasteur, che esordì con i suoi bellissimi lavori sui corpuscoli organizzati dell'aria, e sulle fermentazioni (2).

Altre pregevoli pubblicazioni di quest' ultimo periodo di tempo son quelle del Samuelson nel 1866, del Lemaire dal 1863 al 1868, del Lund di Manchester nel 1868, del Cohn, del Nägeli, del Billroth, dell' Hoffmann, e di non pochi altri.

Ma fra le più belle Memorie sulle polveri atmosferiche comparse dopo il 1870, vanno citate quelle del Maddox (3), e l' altra bellissima del Cunningham (4), ambedue illustrate da molti disegni e da pregevoli fotografie; come del pari vanno citati i molti lavori del Tyndall, pubblicati a più riprese fino dal 1876, e riuniti ultimamente in un sol volume (5); le lunghe e pazienti osservazioni del Fodor (6) su l' aria di Budapest; gli studi dello Schönauer (7) fatti all'Osservatorio di Montsouris; il lavoro del Tissandier (8) sulle

(1) Per i lavori del Pouchet si consultino i Compt. Rend. Ac. Sc. t. XLVII, 1858; t. L, pag. 532 e pag. 748; t. LI, pag. 532; t. LIX, pag. 276 e pag. 422; ed il libro *Traité de la génération spontanée*, 1859.

(2) I lavori del Pasteur si trovano tutti nei *Comptes Rendus* a cominciare dal 1860.

(3) *Maddox*. On an apparatus far collecting atmospheric particles. (Monthly microsc. Journ. t. III, p. 286). I germi atmosferici. (Monthly microsc. Journ. t. V, p. 46).

(4) *Cunningham Douglas*. Microscopic examination of air. Calcutta, 1873.

(5) *Tyndall*. Les Microbes. Savy, Paris, 1882.

(6) *Fodor*. Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. Braunschweig, 1881-82.

(7) *Schönauer*. Poussières organiques de l'air et de l'eau. (Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1877, p. 476).

(8) *Tissandier*. Les poussières de l'air. Paris, 1877.

polveri dell'aria di Parigi e di Ste Marie-du-Mont; gli studi dell'Yung (1) sui corpuscoli dell'aria e delle nevi delle montagne Svizzere; quelli del Giacosa (2) sulle nostre Alpi; gli altri del Freudenreich (3) sui germi dell'aria a grandi altezze, e del Moreau (4) sui Bacteri e le Muffe dell'aria marina; le osservazioni sui Bacteri atmosferici fatte dall'Hesse e dal Koch nell'Istituto Sanitario di Berlino (5); e finalmente le indagini e i molti scritti del Miquel, il quale fino dal 1878 studia indefessamente, e con quella competenza che tutti in lui riconoscono, i microrganismi dell'atmosfera. Le osservazioni del Miquel per la loro novità, la loro mole e più di tutto per essere state condotte senza interruzione durante un periodo di 8 anni, tengono il primo posto negli studi della micrografia atmosferica, e chi volesse consultarle nella loro integrità, le troverà tutte raccolte negli Annuari dell'Osservatorio di Montsouris dal 1879 al 1885.



(1) *Yung E.* Arch. d. Sc. phys. et natur. III période t. IV, pag. 574.

(2) *Giacosa.* Sopra i germi dell'aria contenuti a grandi altezze (Riv.chim.med. t. I, fasc. II, 1883).

(3) *Freudenreich.* I Microbi dell'aria a grandi altezze (Semaine médicale, 1884).

(4) *Moreau* et *Miquel.* Des organismes microscopiques de l'air de la mer. (Ann. d. l'Obs. de Montsouris, 1885, pag. 514).

(5) *Hesse.* Ueber quantitative Bestimmung der in der Luft enthalten Mikroorganismen. (Mitth. a. d. Kais. Gesundheitsamte. Bd. II, 1884, p. 182).

PARTE PRIMA

Il Pulviscolo dell'aria libera.

1

LIBRO I.

Del pulviscolo atmosferico in genere e delle polveri minerali in particolare.

CAPITOLO I.

Origine, quantità e composizione del pulviscolo.

L'aria, anche la più pura, contiene sempre minutissime particelle sospese, per origine, natura e forma diversissime, che si rendono facilmente palesi osservando un raggio di sole che penetri in una stanza oscura. Se l'aria fosse priva di qualunque particella solida, il raggio luminoso rimarrebbe invisibile, mentre invece si manifesta in tutto il suo tragitto e fa vedere, anche ad occhio nudo, natanti questi corpuscoli che fan parte costante dell'atmosfera.

Son noti i resultati ottenuti dal Tyndall nel 1868, che avendo bisogno per alcuni suoi esperimenti su la scomposizione dei vapori per mezzo della luce, di un atmosfera priva di qualunque particella sospesa, e per conseguenza incapace di render visibile un raggio luminoso fortemente concentrato, non vi riusciva che facendo passar l'aria a traverso un tubo di platino arroventato, o mantenendola in perfetta quiete per più giorni entro una cameretta spalmata all'interno di glicerina; mentre il gorgogliamento dell'aria nell'acido solforico e nelle soluzioni di potassa, non giungevano a spogliarla totalmente dei suoi minuti corpuscoli, talchè rimaneva tuttora visibile il raggio luminoso.

Le polveri sospese dell'aria, sotto l'azione di un raggio elettrico o solare, si risolvono in particelle di grandezza sufficiente perchè la loro presenza ed il loro movimento possa essere apprezzato ad occhio nudo ; e in particelle più tenui incapaci di esser distinte dagli atomi, e in mezzo a cui si muovono le prime.

Il pulviscolo atmosferico resulta di particelle diversissime, alcune, che sono le meno, di origine cosmica; altre di origine tellurica, fra le quali vanno noverate quelle tolte per attrito, e trasportate dai venti, alla superficie terrestre; quelle vomitate dai vulcani, e le altre moltissime che traggono ori-

gine dalla vita cittadina o dall'attività industriale, o che sono staccate dagli esseri organizzati sì vegetali che animali; e finalmente i tenuissimi e microscopici organismi viventi.

Il Pouchet fa giudiziosamente osservare che esaminando i corpuscoli inerti delle polveri atmosferiche, si può dire fino ad un certo punto in qual luogo furon raccolti. Il pulviscolo delle abitazioni ha caratteri proprii che lo fanno distinguere da quello dell'aperta campagna; e se nel primo si rinvengono frequenti gli avanzi delle fibre tessili variamente colorate, queste mancano nelle polveri della campagna, le quali invece contengono granuli di polline, spirule di trachee e cellule di epitelio vegetale. Nel pulviscolo raccolto per le strade di una città, saranno sempre visibili i detriti delle nostre vesti, i peli di cotone, di lana, di canapa, di seta, ma questi diverranno sempre più rari e cederanno il posto alle polveri minerali, ed a frammenti di origine vegetale ed animale.

Come mai però le polveri aeree, che son fatte tutte di materie più pesanti dell'aria ed alcune delle quali raggiungono $0^{mm},01$ in diametro, possono restare sospese nell'atmosfera? Il Nysten (1) ne dà la seguente spiegazione. La densità delle polveri, sebbene sia realmente maggiore di quella dell'aria, è tuttavia diminuita dallo strato gassoso aderente, in virtù della capillarità, alla superficie delle particelle di piccolissime dimensioni, il quale strato fa corpo con esse e le segue nei loro movimenti. Da ciò resulta che l'aria può sollevare e trascinare seco questi corpuscoli, che poi vanno a deporsi là dove l'atmosfera è più tranquilla.

Riserbandomi a discorrere delle polveri degli ambienti chiusi, nella seconda Parte, non terremo qui parola che del pulviscolo che si trova nell'aria libera e sconfinata.

§ 1.° — *Quantità totale del pulviscolo atmosferico.*

È importante conoscere la quantità totale del pulviscolo dell'aria, non tanto perchè dalla sua maggiore o minor proporzione si può arguire del danno possibile sulle vie respiratorie, quanto anche perchè dalle oscillazioni del complesso delle polveri aeree, si può approssimativamente giudicare della maggiore o minore proporzione di alcuni degli elementi che le compongono, e che stanno fino ad un certo punto in relazione colla quantità totale del pulviscolo.

Le polveri, come abbiam detto, si trovan sempre presenti nell'aria in qualunque luogo la si prenda, anche sulle alte cime dei monti, ma la loro proporzione varia a seconda dei luoghi, e nel medesimo luogo a seconda di molte circostanze, fra le quali sono da rammentarsi l'altezza al di sopra del suolo; la natura del terreno; alcune condizioni atmosferiche che agiscono sul

---

(1) Dictionaire de Nysten par E. Littré et Robin. Articolo: *Poussières.*

terreno e facilitano la formazione e il trasporto del pulviscolo (siccità e venti), e finalmente la presenza dell'uomo, e di altre cause minori, ma non trascurabili.

In ragione appunto della somma variabilità di queste influenze atmosferiche e telluriche, non è possibile stabilire una media assoluta ed unica per la quantità totale delle polveri aeree. E che sia così, lo provano le cifre date dai diversi sperimentatori, per alcuni dei quali il pulviscolo oscillerebbe fra i 6^{mg} e gli 8^{mg} per 1000 litri di aria; per altri, fra i quali il Tissandier (1), sarebbe di soli 2^{mg} nell'aperta campagna, e di 14^{mg} per l'aria della città; per altri infine, come il Fodor (2), non arriverebbe che ad una frazione di milligrammo, cioè a 0^{mg}, 40.

Le valutazioni da me fatte sulla quantità del pulviscolo nell'aria di Firenze (3), mi hanno dato cifre inferiori a quelle del Tissandier, ma più alte di quelle del Fodor, avendo ottenuto come media estiva 3^{mg}, 000, e come media autunnale 0^{mg}, 890 sopra 1000 litri di aria. Le analisi erano eseguite nel cortile del Laboratorio di Chimica biologica e di Igiene, situato quasi nel centro della città. Il metodo adoperato fu quello del gorgogliamento dell'aria nell'acqua stillata, usando dell'apparecchio e di tutto il materiale di esperimento da me immaginato, e che sarà descritto nella IV Parte. L'apparecchio collettore era posto ad 1^{m} al di sopra del suolo, e in ogni esperienza la pompa funzionava non interrottamente per 24 ore, aspirando volumi di aria che variarono da 1300 a 1800 litri per ogni giorno.

Nei due seguenti prospetti si posson leggere i risultati ottenuti nei miei esperimenti, tanto sulla quantità totale del pulviscolo, quante sulle respettive proporzioni fra le materie minerali e le organiche. Tutte le cifre, per renderle paragonabili, son referite a volumi di aria ricondotti allo stato secco, a 0° ed alla pressione normale di 760^{mm}. In apposite colonne è poi notato la quantità di pioggia caduta, il numero di giorni piovosi, la direzione e la forza del vento.

Nel prospetto N.° 1 son riuniti i resultati avuti in alcuni giorni del Maggio, del Giugno e del Luglio del 1884. Gli esperimenti furono in numero di 11.

---

(1) *Tissandier*. Les poussières de l'air. Paris, 1877.

(2) *Fodor*. Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und, Wasser. Braunschweig, 1881-1882 pag. 93.

(3) *Roster G.* Il pulviscolo dell'aria di Firenze, 1885.

PROSPETTO N.° 1.

Quantità di pulviscolo nell' aria di Firenze in alcuni giorni dell' estate del 1884 (Roster).

Numero	Data	Quantità di aria aspirata ridotta allo stato secco a 0° e a 760mm	Pulviscolo su 1000 litri di aria ridotta allo stato secco a 0°, e a 760mm			Pioggia caduta	Durata della pioggia	Numero dei giorni piovosi	Osservazioni
			Materie minerali	Materie organiche	Totale				
1	Dal 16 al 17 maggio	1697 l, 297	1mg, 200	1mg, 300	2mg, 500	—	—	—	
2	» 17 » 18 »	1841, 500	1, 400	0, 700	2, 100	—	—	—	
3	» 18 » 19 »	1705, 300	1, 500	0, 800	2, 300	37mm, 2	14h	1	Pioggia forte prolungata
4	» 19 » 20 »	1745, 413	1, 700	0, 900	2, 600	4, 3	2	1	
5	» 1 » 2 giugno	1850, 300	1, 700	0, 800	2, 500	18, 6	5	1	Pioggia forte
6	» 30 giug. al 1 lugl.	1645, 550	3, 100	0, 800	3, 900	—	—	—	
7	» 1 al 2 luglio	1539, 227	2, 500	1, 000	3, 500	—	—	—	
8	» 2 » 3 »	1560, 280	3, 100	0, 900	4, 000	1, 2	0, 30	1	
9	» 3 » 4 »	1586, 982	2, 600	0, 800	3, 400	—	—	—	
10	» 4 » 5 »	1600, 490	1, 800	0, 800	2, 600	—	—	—	
11	» 5 » 6 »	1403, 375	2, 200	1, 000	3, 200	—	—	—	
	Medie . .		2mg, 100	0mg, 900	3mg, 000	—	—	—	

Le massime, le minime e le medie del pulviscolo totale, delle materie minerali e delle materie organiche, desunte dal precedente Prospetto resultano le seguenti:

Su 1000 litri di aria

	massima	minima	media
Per il pulviscolo totale	4mg., 000	2mg., 100	3mg., 000
Per le materie minerali	3, 100	1, 400	2, 100
Per le materie organiche	1, 300	0, 700	0, 900

Dunque la proporzione fra le materie minerali e le organiche, stabilita sulle respettive medie, è di 1 : 0,428; cioè le seconde non raggiungono nemmeno la metà delle prime.

Il Prospetto N.° 2 dà le medie decadiche del trimestre autunnale del 1884, essendo gli esperimenti stati proseguiti non interrottamente nei mesi di Settembre, Ottobre e Novembre. Nella 3.a colonna si leggono le quantità complessive di aria analizzata nell' intiera decade, con riduzione del loro volume allo stato secco, a 0° e a 760mm.

PROSPETTO N.° 2.

Quantità di pulviscolo dell' aria di Firenze nel trimestre autunnale del 1884. — (ROSTER).

Numero	DATA	QUANTITÀ di aria aspirata ridotta allo stato secco a 0° e a 760mm	PULVISCOLO su 1000 litri di aria ridotta allo stato secco a 0° e a 760mm			PIOGGIA caduta nella decade	Durata della pioggia	N. dei giorni piovosi della decade	*Osservazioni*
			Materie minerali	Materie organiche	Totale				
1	1ª Decade Settem.	13173 l,250	1mg,093	0mg,964	2mg,057	38mm,6	14h	5	Uragano il 4 sett.
2	2ª » »	14343, 820	0, 508	0, 356	0, 864	7, 4	9	1	Pioggia sottile.
3	3ª » »	13067, 520	0, 520	0, 276	0, 796	5, 1	5	2	Pioggia sottile.
4	1ª Decade Ottobre	15421, 200	0, 382	0, 370	0, 752	20, 8	2	5	Piogg. sottile, ma continua.
5	2ª » »	12450, 880	0, 555	0, 384	0, 939	—	—	—	
6	3ª » »	14406, 200	0, 374	0, 327	0, 701	4, 6	2	2	Pioggia sottile.
7	1ª Decade Novem.	13753, 500	0, 283	0, 212	0, 495	—	—	—	
8	2ª » »	12330, 250	0, 397	0, 373	0, 770	3, 6	2	1	Pioggia sottile.
9	3ª » »	12309, 580	0, 357	0, 285	0, 642	33, 6	15	6	Piogg. quasi continua, sottile e nebbia.
	MEDIE . .	. . . .	0mg,496	0mg,394	0mg,890				

Pioggia totale del trimestre 113mm, 7.
Giorni piovosi N.° 22.

Le massime, le minime e le medie tanto per la quantità totale del pulviscolo, quanto per le materie minerali e le organiche, dedotte dal Prospetto N.° 2, sono le seguenti:

Sopra 1000 litri di aria.

	massima	minima	media
Per il pulviscolo totale	2mg, 057	0mg, 495	0mg, 890
Per le materie minerali	1, 093	0. 283	0, 496
Per le materie organiche	0, 964	0, 212	0, 394

La proporzione fra le materie minerali e le organiche, stabilita sulle relative medie, è di 1 : 0, 79.

VARIAZIONI NELLA QUANTITÀ DEL PULVISCOLO. — La proporzione del pulviscolo atmosferico varia nel medesimo luogo a seconda degli anni, delle stagioni, dei mesi e dei giorni, e queste variazioni sono più che altro sotto la dipendenza della pioggia, della siccità e dei venti.

La pioggia e la umidità del terreno da un lato, e la siccità e lo stato pulverulento del suolo dall'altro, occupano il primo posto fra le cause che regolano la quantità delle polveri atmosferiche, diminuendo i primi, ed aumentando i secondi la loro proporzione. Questo fatto si ripete così regolarmente ed è tanto naturale, da rendere inutili ulteriori ragionamenti.

Al Fodor (1) si deve una lunga serie di esperimenti per determinare le variazioni mensili e stagionali del pulviscolo nell'aria di Budapest. I saggi di aria furon raccolti al di fuori del Laboratorio di Igiene, a 5^m al di sopra del livello della strada. Le esperienze che furono incominciate nel Settembre del 1878 e durarono tutto l'Ottobre del 1879, condussero l'Autore a concludere « che le polveri atmosferiche subiscono oscillazioni continue, da raggiungere estremi assai lontani nel periodo di 5 a 10 giorni ». Malgrado ciò in tali oscillazioni può notarsi una certa regolarità se si riuniscono i valori medi, come si vede nel Prospetto N.° 3. Da questo resulta anche il fatto che la minor quantità di polveri l'abbiamo nell'inverno e poi nella primavera; la maggiore nell'estate e nell'autunno.

PROSPETTO N.° 3.

Quantità del pulviscolo nell'aria di Budapest a seconda dei mesi e delle stagioni. — (FODOR).

Sopra 1000 litri di aria.

1878	Settembre	0^{mg}, 77	Autunno	0^{mg}, 43
»	Ottobre	0, 28		
»	Novembre	0, 25		
»	Dicembre	0, 24	Inverno	0, 24
1879	Gennaio	0, 28		
»	Febbraio	0, 19		
»	Marzo	0, 50	Primavera	0, 35
»	Aprile	0, 19		
»	Maggio	0, 36		
»	Giugno	0, 75	Estate	0, 55
»	Luglio	0, 41		
»	Agosto	0, 49		
»	Settembre	0, 43	Autunno	0, 43
»	Ottobre	0, 43		
	Media di 14 mesi	0^{mg}, 40		

A queste osservazioni relative alle oscillazioni del pulviscolo atmosferico nei diversi mesi dell'anno, si possono aggiungere quelle mie proprie, e che si deducono dal confronto fra i Prospetti N.° 1 e N.° 2. Prendendo in esame le cifre che vi son contenute, è facile accorgersi che esiste grande differenza fra la quantità del pulviscolo nell'estate e nell'autunno. Infatti mentre la

(1) *Fodor*. Loc. cit., p. 93.

media nel primo caso è di 3^{mg}, 000 su 1000 litri di aria, nel secondo non arriva che a 0^{mg}, 890. Le mie esperienze stabilirebbero dunque una differenza molto maggiore fra le due stagioni, di quella che venga fissata dalle cifre del Fodor. I resultati da me ottenuti su l'aria di Firenze non devono certo far meraviglia, perchè tutti gli autori sono concordi nel dire che le polveri aeree si trovano in quantità molto maggiore nei mesi di estate che negli altri; e questo deve essere tanto più vero per l'aria di una città, inquantochè nel caso speciale non è soltanto l'aridità maggiore del terreno che deve favorire l'aumento delle polveri atmosferiche, ma sono altresì gli attriti maggiori che nella estate subiscono le strade e i luoghi pubblici, per l'accresciuta attività cittadina che in quella stagione si svolge maggiormente in piena aria. Se una cosa anzi deve meravigliare, è che le medie date dal Fodor nelle diverse stagioni, non differiscano fra loro più di quello che resulti; tanto più dopo le parole premesse dall'Autore, che cioè le oscillazioni del pulviscolo sono continue e possono raggiungere estremi assai lontani. Forse la spiegazione della uniformità delle cifre avute dal Fodor potrebbe aversi, conosciute le condizioni speciali del luogo dove fu sperimentato.

Le differenze ben sensibili da me notate nella valutazione del pulviscolo, trovano anche una ragione nella distribuzione e nella qualità della pioggia che cadde nell'autunno. Se la stagione non fu estremamente piovosa per quantità di pioggia, l'acqua cadde sottile, e si prolungò bene spesso per buona parte della giornata. Non sono i grandi e repentini acquazzoni quelli che fanno diminuire notabilmente le polveri aeree, ma sibbene le pioggiarelle fini e persistenti.

La pioggia è senza dubbio una delle principali cause che determinano le brusche e notevoli oscillazioni del pulviscolo. Dell'influenza che può avere nel diminuire immediatamente tutte le polveri, potremo avere un'idea esaminando il seguente prospetto, che riassume le osservazioni eseguite a Parigi dal Tissandier (1) con questo intendimento. L'aria esaminata veniva fatta gorgogliare a traverso l'acqua stillata, che per evaporazione lasciava un residuo rappresentante il peso delle polveri raccolte.

PROSPETTO N.° 4.

Quantità di pulviscolo dell'aria di Parigi
(Via Michel-le-Comte, a 5^{m} sul livello del suolo) — (Tissandier).

PULVISCOLO — sopra 1000 litri di aria		
Dopo pioggia abbondante (Luglio 1870)	Dopo 8 giorni di siccità (Luglio 1872)	In condizioni normali (Giugno e Luglio 1870 Aprile a Novembre 1872)
—	—	6^{mg}, 0
—	—	7, 5
6^{mg}, 0	23^{mg}, 0	8, 0

(1) *Tissandier*. Loc. cit., p. 2.

Anche le osservazioni del Miquel fatte all' Osservatorio di Montsouris, confermano pienamente che dopo la pioggia il pulviscolo diminuisce in modo straordinario, e talvolta tanto da non rendere nemmeno sensibili alla bilancia le polveri raccolte da diversi metri cubi di aria.

Il Maddox ed il Cunningham vengono nelle medesime conclusioni, ed aggiungono che il difetto si manifesta a scapito delle materie minerali. In questo caso non è raro contare più spore crittogamiche che corpuscoli terrosi.

Se la pioggia diminuisce il pulviscolo, i venti l' aumentano, e l' aumentano tanto più, quanto più spirano da luoghi dove il terreno è coperto di polveri sottili. Per il vento però non si possono affermare le medesime regolari coincidenze che abbiamo notato per la pioggia e per la siccità, inquantochè esistono condizioni speciali che possono paralizzare la sua azione. Se, per esempio, contemporaneamente al vento cade la pioggia, l' azione del primo sarà diminuita o distrutta dall' influenza della seconda. Perchè il vento sollevi le polveri dal terreno, è necessario che questo sia asciutto e che vada soggetto ad attriti, e che il vento passi sopra di una superficie polverosa. I venti marini, quando arrivano direttamente dal largo, son poverissimi di polveri sospese, a meno che per la loro violenza non sieno accompagnati da tempesta, nel qual caso tolgono alle creste dei marosi e trasportan seco particelle di acqua salsa polverizzata, e con loro le sostanze minerali che vi stanno disciolte.

Il pulviscolo atmosferico varia in quantità non solo nel medesimo luogo per effetto delle cause mentovate, ma va incontro a notevoli differenze a seconda delle varie regioni. Così l' aria della città è molto più carica di polveri dell' aria dei campi; quella della pianura più di quella dei monti; quella dei continenti più di quella sovrastante al mare. Il Tissandier (1) istituendo esperimenti di confronto fra l' aria di Parigi e quella delle campagne di S.te Marie-du-Mont (Manche), in condizioni atmosferiche normali, trovava $7^{mg},30$ di pulviscolo nella prima, e $0^{mg},23$ nella seconda.

§ 2° — *Composizione del pulviscolo atmosferico.*

Le polveri dell' aria sono composte di *materie minerali* e di *materie organiche.* Queste ultime poi vanno distinte in due categorie a seconda che la materia è *morta* o *inerte,* oppure *vivente.*

In quanto alla proporzione fra le materie minerali e le organiche, diremo subito che le ultime sono sempre in molto minore quantità delle altre, come si deduce dalle mie stesse analisi e da quelle del Tissandier.

(1) *Tissandier.* Loc. cit., p. 2.

Dai resultati ottenuti su l'aria di Firenze (Prospetti N.° 1 e 2) si traggono le seguenti proporzioni:

	Estate	Autunno
Materie minerali	70.00	55.73
Materie organiche	30.00	44.27
	100.00	100.00

cioè che le materie minerali sono sempre esuberanti su quelle organiche, e che questa differenza è più sensibile nell'estate che nell'autunno. Questo fatto trova la sua spiegazione, non solo perchè nell'autunno si solleva dal terreno una minor proporzione di polveri minerali che nell'estate, ma perchè le pioggie che incominciano nella stagione autunnale, se diminuiscono il complesso del pulviscolo atmosferico, lo fanno a scapito delle materie minerali.

Il Tissandier per l'aria di Parigi ebbe le seguenti cifre:

Materie minerali.	da	75	a	66
Materie organiche	da	25	a	34
		100		100

Alcune investigazioni fatte dal Tichborne (1) su l'aria di Dublino a diverse altezze, dimostrano che il rapporto fra le materie minerali e le organiche sta in relazione coll'altezza al di sopra del terreno, e che più ci inalziamo, e tanto meno l'aria è carica di particelle organiche. Infatti il Tichborne ha trovato:

Materie organiche a livello della strada . 42.2 %
Materie organiche a 134 piedi di altezza . 29 7 »

L'analisi eseguita dal Tissandier di una polvere deposta in lunga serie di anni sovra una delle torri di Nôtre-Dame di Parigi a 60m di altezza, fornì le seguenti proporzioni fra materie organiche e materie minerali:

PROSPETTO N.° 5.

Composizione di una polvere atmosferica deposta sulle torri di Nôtre-Dame di Parigi. — (Tissandier).

Su 100 di polvere secca.

Materie organiche molto combustibili ricche in carbonio			32.265
Materie minerali	Solubili in acqua (cloruri, solfati alcalini e alcalino-terrosi, nitrato di ammoniaca)		9.220
	Insolubili in acqua	Sesquiossido di ferro	6.120
		Carbonato di calce	15.940
		Carbonato di magnesia con traccie di fosfati e di allumina. . . .	2 121
	Insolubili in acido cloridrico (essenzialmente composte di silice)		34.334
			100. —

(1) *Tichborne.* Chem. news, 1870.

CAPITOLO II.

Le polveri minerali dell' aria.

La maggior parte delle particelle minerali del pulviscolo atmosferico hanno origine tellurica, e provengono sia dagli attriti della superficie del suolo, dalle roccie e dai fabbricati, sia dalle eruzioni vulcaniche, ed anche dalle acque marine, alle quali il vento toglie meccanicamente, insieme all'acqua polverizzata, alcune materie saline. A questo si aggiunga che alcuni degli elementi minerali delle polveri aeree, debbono esser considerati di origine cosmica, alla quale, come fra poco vedremo, vanno del pari referite alcune pioggie di polveri, che a più riprese si son verificate in varie regioni del nostro pianeta.

NATURA DELLE POLVERI MINERALI. — Le particelle inorganiche del pulviscolo possono appartenere a minerali diversissimi. Corpuscoli ferruginosi, silice, cloruri, solfati, fosfati e carbonati terrosi e alcalino-terrosi, ora allo stato amorfo, ora semplicemente cristallini, ora invece con aspetto di veri cristalli microscopici con forme geometriche perfette, cubiche, prismatiche o romboedriche.

Il Tissandier (1) fu il primo a fermare l' attenzione su i corposcoli ferruginosi e magnetici che esistono normalmente nell' atmosfera, o nelle polveri da essa deposte. Facendo passare una calamita al di sopra di una polvere atmosferica distesa su di un foglio di carta, si vede che buon numero dei corpuscoli vengono attratti e aderiscono alla calamita. Se si raccolgono sopra un altro foglio le particelle rimaste così aderenti, e se si torna ad esercitare su queste l' azione magnetica, si osserva che un certo numero di corpuscoli si precipitano violentemente su i poli della calamita, mentre gli altri, che la prima volta non vi erano rimasti aderenti che in grazia della loro tenuità, rimangono sul foglio.

Esaminando con un ingrandimento di 500 diametri le particelle ferruginose così attratte, si vede che son di natura fra loro differenti e possono dividersi in frammenti grigiastri e amorfi di $0^{mm},10$ a $0^{mm},05$; in particelle nere ed opache mammellonate da $0^{mm},05$ a $0^{mm},01$; e in corpuscoli perfettamente sferici, o provvisti di un piccolo e corto collo, da rassomigliare ad una bomba, di $0^{mm},02$ a $0^{mm},01$. La figura 1 della Tav. I. riproduce le forme le più abituali di tali corpuscoli.

---

(1) *Tissandier*. Loc. cit., p. 33.

Queste particelle attirabili alla calamita sono essenzialmente composte di ferro. Il Tissandier le ha trovate in quasi tutte le polveri sospese nell' aria, e in quelle deposte dalla pioggia o dalla fusione della neve. Durante un anno (1875-1876) egli le ha potute raccogliere per mezzo dell'acqua piovana in quantità di circa $0^{gr}.124$. L'analisi chimica, oltre il ferro, vi ha scoperto la presenza del nichelio.

L' Yung (1), lo Schönauer (2), il Nordenskiold (3), il Tacchini e il Macagno (4), il Palmeri (5), hanno confermato le osservazioni del Tissandier, il primo nelle nevi di Montreux a 375^m sul Lago Lemano, e in quelle del S. Bernardo a 2491^m sul mare; il secondo nell'aria del Parco dell'Osservatorio di Montsouris a Parigi; il terzo nelle nevi delle regioni polari; gli ultimi nelle pioggie terrose cadute in Sicilia ed a Portici presso Napoli con i venti di Scirocco. Però secondo il Miquel i globuli di ferro accennati dal Tissandier sarebbero tanto rari, da riuscir difficile constatarne la presenza anche nelle polveri di un metro cubo di aria. Allato a questi globuli ferruginosi, il microscopio ne fa vedere altri perfettamente sferici che sembrano esser corpi resinosi volatili, che il fumo delle officine spande nell' aria.

In quanto all' origine di queste particelle ferruginose, sembra che la maggior parte di esse debba ragionevolmente attribuirsi alle meteoriti ed alle stelle filanti che attraversando lo spazio e rompendosi, come fanno, in frammenti, schizzano e spargono attorno particelle minutissime di ferro metallico, le quali poi cadono alla superficie della terra o restano più o meno lungamente sospese nell' aria, sotto forma di globuli fusi di ossido di ferro magnetico. La spiegazione sembra appoggiata dagli esperimenti dello stesso Tissandier, e dal confronto fatto al microscopio dei corpuscoli ferruginosi dell'aria con particelle artificiosamente staccate dalla superficie di meteoriti.

Art. 1.° — Pioggie di polveri di origine cosmica.

Oltre i corpuscoli ferruginosi rammentati, abbiamo numerosi esempi ben certificati, di vere pioggie ferruginose di origine cosmica.

L' Ehrenberg (6) ebbe ad esaminare una polvere raccolta a bordo dell' Josiah-Bates il 25 Gennaio 1859 nei mari dell' India, e che al microscopio era essenzialmente composta di gocciolette fuse simili per la forma alle lacrime bataviche. L' analisi chimica le dimostrò composte di ferro metallico, con ossidulo di ferro.

---

(1) *Yung*. Compt. Rend. Ac. Sc. t. LXXXI, p. 576.
(2) *Schönauer*. Ann. d. l' Obs. d. Montsouris 1876.
(3) *Nordenskiold*. Compt. Rend. Ac. Sc. t. LXXVII, p. 464.
(4) *Tacchini* e *Macagno*. Ann. di Meteorologia, 1879.
(5) *Palmeri P.* Ann. R. Sc. Agric. di Portici, vol. II, 1880.
(6) *Ehrenberg*. Annalen Poggendorf.

L' abate Richard (1) menziona parecchie pioggie di fuoco, come egli le chiama, e fra le altre quella veduta ad Almeria di Spagna nel 1741, e l'altra a Chatillon-Sur-Seine nel 1695. Arago ha pubblicato un catalogo delle principali pioggie di polveri cosmiche, e ne riporta 11 esempi dei più straordinari, fra i quali per l'Italia notiamo quella avvenuta sul mare Adriatico il 20 Maggio 1737 fra Monopoli e Liosa (2), e l'altra del 13 e 14 Marzo 1813 caduta contemporaneamente nelle Calabrie, in Toscana e nel Friuli (3). Arago fa osservare che molto probabilmente queste pioggie non differiscono dalla caduta degli ordinari aeroliti.

Il Baumhauer (4) afferma aver più volte notato dei chicchi di grandine con nocciolo metallico, e l' Eversmann (5) dice di aver trovato nella grandine caduta a Sterlitamack (Orenburgo) degli ottaedri di solfuro di ferro, come il Cozzari (6) nella grandine raccolta a Padova, scoperse dei granuli di color grigio, attirabili colla calamita e composti di ferro e nichelio.

Polveri di origine cosmica furon raccolte dal Reichenbach (7) sulle nude cime dei monti della Germania centrale, ed il Phipson (8) nel 1867 riusciva a procurarsi queste medesime polveri, esponendo all' aria nei periodi delle grandi pioggie di stelle filanti, lastre di vetro spalmate di mucillaggine.

Art. 2.° — Pioggie di polveri di origine tellurica.

All' infuori della caduta di polveri meteoriche composte di particelle ferruginose, abbiamo altri e moltissimi esempi di pioggie di polveri, alle quali può attribuirsi un' origine tellurica, sia che provengano dalla superficie della terra, e più particolarmente dai gran deserti sabbiosi; sia che vengano vomitate dai vulcani. Le correnti atmosferiche trascinano seco talvolta dei veri fiumi di polveri, che deposte regolarmente in certe regioni, sotto un'azione diuturna e ripetuta, son capaci di determinare delle vere formazioni geologiche, dei veri *delta atmosferici*, come quelli che il Virlet di Aoust ebbe ad osservare sul grande altipiano del Messico, la Mesa di Anahuale. Anzi il Richthofen attribuisce a questi sedimenti atmosferici la formazione delle pianure che si estendono dal Mississipì alle Montagne Rocciose, e quella delle steppe della China e dell' Asia centrale.

---

(1) *Richard.* Histoire naturelle des méteores, t. V, p. 370.
(2) *Zanichelli.* Opuscoli di Calogera, t. XVI.
(3) Bibl. Britt. Ott. 1813 e Apr. 1814.
(4) *Baumhauer.* Compt. Rend. Ac. Sc. t. LXXIV, p. 687.
(5) *Eversmann.* Compt. Rend. Ac. Sc. t. LXXIV.
(6) *Cozzari.* Compt. Rend. Ac. Sc. t. LXXIV.
(7) *Reichenbach.* Pogg. Ann.
(8) *Phipson.* Meteors, aerolites and folling star. London 1867.

A. — *Pioggie di polveri terrose.*

Il fenomeno delle pioggie terrose è stato segnalato fino dai tempi più remoti, e lo stesso Tito Livio ne fa menzione a più riprese. L'Ehrenberg (1) è stato il primo a riunire tutti i fatti cogniti di quest'ordine, ed ha anzi costruita una carta che indica i luoghi ove questo fenomeno è più frequente. Fra l' America e l'Africa, e più specialmente nei paraggi delle Canarie, delle Azzorre e dell' Isole del Capo Verde, le pioggie terrose sono di una frequenza straordinaria, e non è raro nel medesimo anno vederle succedere tre o quattro volte, tanto che fino al 1849 se ne contavano 340 casi ben certificati. Il Darwin valutò a 1600 miglia dal Nord al Sud, e a 800 dall' Est all' Ovest la regione atmosferica fra l'America e l'Africa, dove abitualmente soffiano i venti carichi di queste polveri. Il Tukey allarga l'estenzione di questa zona, e la porta da 1600 a 1800 miglia.

Tali pioggie non sono rare nelle regioni che circondano il bacino del Mediterraneo, e se ne possono portare moltissimi esempi per l' Italia. Rammenterò qui brevemente alcune delle pioggie di polveri più memorande osservate da noi.

Il dottor Lavaina raccolse una polvere simigliante a matton pesto, caduta a Curreto nella notte dal 27 al 28 Ottobre 1814, portata dal vento del Sud.

Il Giuli fece l'analisi di una polvere raccolta a Siena il 16 Maggio 1830, e vi constatò la presenza di materia organica vegetale, del ferro carbonato, del manganese, della calce carbonata, dell'allumina e della silice.

Il 17, 18 e 19 Febbraio 1841 con tempo calmo e nebbioso, cadde contemporaneamente a Genova ed a Zornosco sul Lago Maggiore, una pioggia melmosa rossa. La polvere analizzata dal Cannobbio e dal Colla era un miscuglio di talco, quarzo, carbonato calcare, di detriti di serpentino, di materie bituminose e di fruttificazioni di varie piante.

Il 14 Marzo 1813 cadeva in grande abbondanza nelle due Calabrie una pioggia rossa, che abbandonava un sedimento di color giallo-cannella. L'analisi fattane dal Sementini si trova riportata nel Prospetto N. 9.

Sabbia di color rossastro cadde a Roma dopo un furiosissimo vento del Sud il 21 Febbraio del 1861, come nel medesimo luogo nella notte del 1.° Marzo 1866, si videro goccie di pioggia cariche di polvere finissima rossastra, che ricoprì i vetri delle finestre volte a mezzogiorno. Un fatto simile ebbe luogo contemporaneamente a Roma, a Subiaco, a Napoli, a Sora, sulle coste meridionali della Sicilia e su quelle della Calabria nei giorni 23, 24 e 25 Marzo 1869.

---

(1) *Ehrenberg*. Vedi Resoconti dell' Acc. delle Scienze di Berlino, e Uebersicht der seit 1847 forgesetzten Untersuchungen über das von Atmosphäre unsichtbar getragene reiche organische Leen, von Christian Gottfried Ehrenberg. Berlin 1871-1874, G. Vogt.

Io stesso a Portoferraio la mattina del 25 Febbrario 1879 a ore 8 ho assistito ad una forte pioggia melmosa, spinta da gagliardo vento di Scirocco, che lasciava un abbondante sedimento di polvere giallo-rossastra, tenuissima e dolce al tatto. Questa polvere al microscopio si mostrava composta di particelle per la maggior parte irregolari ed angolose, senza forma geometrica ben distinta, oppure arrotondate; più o meno trasparenti; incolore o tinte in giallognolo, spesso in rossastro, raramente nere ed opache (1).

Nel medesimo giorno che io osservavo il fenomeno a Portoferraio, il Prof. Paride Palmeri (2), sotto una bufera che portata dallo Scirocco passava sovra Portici alle ore 6, 30 ant., raccoglieva una polvere rossiccia con tutti i caratteri di quella caduta a Portoferraio; mentre il Tacchini ed il Macagno (3), pure nel medesimo giorno e nelle ore mattutine, raccoglievano a Palermo una polvere con tutte le solite apparenze delle polveri sciroccali, durante l'infuriare di una burrasca che durava fino dal giorno innanzi. Lo studio di questa gran burrasca che si scatenò con inaudita furia su buona parte delle nostre coste mediterranee, e che recò le polveri da me raccolte a Portoferraio, dal Palmeri a Portici, dal Tacchini e dal Macagno a Palermo, venne fatto dal Millosevich, e si trova registrato nella Rivista meteorologica del Febbraio del 1879 negli Annali di Meteorologia italiana (4).

E per tacere di altri fatti più antichi e meno diligentemente notati, dirò che molti e molti esempi di pioggie terrose e di polveri meteoriche cadute in Italia in questi ultimi tempi potrebbero rammentarsi, da che specialmente gli studi della meteorologia italiana per impulso di egregi uomini hanno preso nuovo vigore, ed han richiamato l'attenzione sopra un fenomeno che si verifica non solo ogni anno, ma in molti tempi dell'anno e più spesso di quello che si possa immaginare. Dirò solo che il Tacchini ed il compianto Macagno (5) hanno in varie memorie pubblicato studi diligentissimi sopra 50 polveri o da loro raccolte in Sicilia, o avute da altre parti d'Italia, e che il Padre Densa (6) ha studiato l'argomento con quell'amore e con quella competenza che tutti in lui riconoscono, come si può arguire dalle molte osservazioni che a lui son proprie, o da altri ricavate, e che si posson leggere nelle diverse Riviste meteorologiche pubblicate nei periodici italiani.

Origine delle pioggie terrose. — In quanto all'origine di queste polveri che ora cadono sotto forma di pioggie secche, ora mescolate all'acqua, tutti si accordano nel ritenere che il vento le sollevi dal suolo di alcune regioni, e trasportandole in zone atmosferiche più o meno elevate, le faccia poi ricadere o sole, o miste ad acqua, in luoghi lontani.

---

(1) *Roster G.* Analisi di una polvere sciroccale caduta all'Isola d'Elba il 25 Febbraio 1879. (L'Orosi vol. VIII, 1885).

(2) *Palmeri P.* Annali R. Scuola di Agricoltura in Portici. Vol. II, 1880.

(3) *Tacchini.* Annali di Meteorologia italiana. Serie II, vol. I, 1879, p. 61.

(4) Ann. di Meteorologia ital. Serie II, vol. I, parte III, 1879.

(5) Vedi diverse note pubblicate negli Annali di Meteorologia ital. del 1879 ed anni successivi.

(6) Vedi le Riviste di Meteorologia nell'Annuario scentifico che si pubblica in Italia fino dal 1864.

L'esame comparativo intrapreso dall'Ehrenberg su molti campioni di tali polveri, lo indussero a concludere che la maggior parte di esse traevano origine dalle sabbie dei deserti dell'Africa e dell'America meridionale.

Secondo l'opinione del Tarry (1), del Padre Densa (2), del Padre Secchi, del Tacchini (3) e di varii altri distinti meteorologisti, le pioggie di polveri che avvengono in Europa sotto il dominio dei venti sciroccali, hanno tutte origine dal deserto di Sahara. In alcune epoche dell'anno, e più specialmente nel Febbrajo e nel Marzo, dei cicloni o turbini atmosferici, si formano ad un tratto nel Nord dell'Europa e scendono rapidamente verso l'Africa. Quivi danno luogo a vere tempeste di sabbia del deserto, sollevando nelle più alte regioni atmosferiche grandi quantità di polvere finissima. Questi cicloni, all'opposto di quelli che si formano all'equatore in America e che ci arrivano dal Nord-Ovest, hanno un movimento di oscillazione ben manifesto, e mentre impiegano cinque o sei giorni a scendere dal Nord dell'Europa nel centro dell'Africa, incontrano presso i Tropici condizioni atmosferiche differenti, e subendo invariabilmente un *movimento retrogrado* che li respinge dal Sud al Nord, attraversano di nuovo il Sahara, sollevando nuove masse di sabbia che poi trasportano e depongono in Europa. Talvolta anzi la forza di questi turbini è tale, che non si esaurisce in questo doppio movimento di andata e ritorno, ma ridiscendono una seconda volta verso l'Africa, per ritornare in Europa carichi di nuova sabbia del deserto.

Il Tacchini però non crede che il fenomeno si compia sempre in queste condizioni, cioè che sia da attribuirsi ogni volta ad un ciclone discendente prima dall'Europa in Africa, e poi di ritorno dall'Africa in Europa. In alcuni casi, secondo il Tacchini, la polvere del deserto vien trasportata in Sicilia e nel resto dell'Italia, in seguito a *depressioni secondarie* formatesi all'Ovest della Spagna, che girando su l'Africa si portan poi sul Mediterraneo; oppure anche in seguito a centri di depressione, sempre secondari, che originati nello stesso Mediterraneo, sono la causa della formazione di pronte correnti dall'Africa, e basse, capaci di trasportare polveri sopra una grande estensione, e ciò principalmente nell'inverno e nella primavera. Altre volte invece la pioggia meteorica non può ascriversi che alla discesa dell'alta corrente africana in causa di un turbine, o modesto ciclone; ed allora il fenomeno è limitato alla sola Sicilia, come la più vicina all'origine del turbine. A queste considerazioni il Tacchini è spinto dall'esame dei caratteri dei venti sciroccali della Sicilia, e dalle loro relazioni coi grandi movimenti atmosferici dell'Europa.

Esaminando attentamente tutti i casi di pioggia di polveri sciroccali, e il modo particolare con cui si compiono, non cade dubbio che tali polveri non provengano dal deserto di Sahara, e che il fenomeno riproducendosi in

(1) *Tarry.* Compt. Rend. Ac. Sc., 9 Mai 1860.
(2) *Densa.* Ann. Scentif. e Ind. Milano, 1870, p. 640.
(3) *Tacchini.* Ann. Meteor. ital. Serie II, vol. I, 1879, nota III, p. 77.

epoche e in condizioni determinate, non debba rientrare nella grande serie degli avvenimenti meteorologici a periodo.

Che se altri argomenti si reputassero opportuni a provare la verità del fatto, potremmo trovarli nella simiglianza di aspetto e di composizione che hanno le polveri sciroccali con le sabbie africane. Il Tarry trovava le polveri terrose perfettamente identiche a quelle da lui raccolte nelle dune mobili di Souf, nei pressi di El-Oued alla latitudine di Tougaurt, e lo stesso afferma il Tissandier (1). Il Macagno (2) poi ebbe ad analizzare dal Prof. Tacchini una polvere raccolta dall'Angot nel deserto di Sahara al Sud-Est di Biskra, polvere che pel suo aspetto, pei suoi caratteri microscopici e più per la sua composizione chimica, resultò identica a quella più volte analizzata dallo stesso Macagno e raccolta in Sicilia sotto i venti sciroccali. Ecco l'analisi del Macagno.

PROSPETTO N.° 6.

Composizione di una sabbia del deserto di Sahara (Macagno)

Materie organiche	7,220
Acido carbonico	12,310
Acido solforico	2,810
Acido fosforico	traccie
Ossido di Potassio	1,215
Ossido di Sodio	0,728
Ossido di Magnesio	1,930
Ossido di Alluminio	0,080
Ossido di Calcio	6,840
Ferro metallico	0,201
Sesquiossido di Ferro e Ferro metallico	1,412
Ossido di Nichelio	0,072
Ossido di Cobalto	0,012
Silice	63,957
Perdita	1,213
	100,000

Composizione delle pioggie terrose. — Abbiamo già detto quale sia la composizione delle polveri cosmiche provenienti dalle meteoriti extraterrestri, ed abbiamo anche incidentalmente accennato quali fossero le sostanze principali trovate da alcuni sperimentatori nelle pioggie di polveri terrestri. Non sarà inutile però ritornare sui caratteri fisici di queste polveri, ed accennare più estesamente quale sia la loro composizione chimica.

(1) *Tissandier*. Loc. cit., p. 85.
(2) *Macagno*. Atti R. Acc. dei Lincei, 1883, e Riv. scentif. ind., 1883, p. 46.

Le polveri terrose, e specialmente quelle che provengono dai deserti africani, si presentano sotto l'aspetto di una polvere tenuissima, dolce al tatto, grigio-rossastra, rosso mattone, rosso-giallo cannella o semplicemente grigia, che esaminata al microscopio si vede composta di particelle per la maggior parte irregolari ed angolose, senza apprezzabile forma geometrica, trasparenti o no, incolore o tinte in nero, in bruno marrone, in rossastro, in giallo e giallo pallido. Le particelle minerali che si posson riconoscere al microscopio, colla conferma della prova chimica, sono costituite da corpuscoli ferruginosi, e da frammenti minerali di varie roccie. I corpuscoli ferruginosi in parte resultano di ferro metallico e in parte di ossido di ferro magnetico. Le forme rotondeggianti appartengono al primo, e somigliano quelle descritte e figurate dal Tissandier e da me riprodotte (Fig. 1. Tav. I); le forme poligonali son proprie dell'ossido di ferro magnetico. Col ferro abbiamo sempre la presenza del nichelio, ed il composto ferruginoso nichelifero avrebbe una composizione molto prossima a quella della *Tenite* delle meteoriti.

Le altre materie minerali, oltre il ferro rammentato, sono di varia natura. Per la massima parte si presentano in forma di particelle angolose senza colore e trasparenti. Predominano i frammenti o le sfaldature di cristalli del sistema romboedrico (carbonato di calce), del che si può avere anche la riprova adoperando la luce polarizzata. Rare le forme del cubo; più frequenti i prismi a base rombica e quadrata.

Fra le materie organiche delle polveri sciroccali sono da rammentarsi alcuni frammenti di materia vegetale indeterminata; alcuni frammenti di conferve verdastre, forse del genere *Codium;* alcune diatomee, e numerose spore di color giallo, giallognolo, verdastro, ora a contorno semplice, ora doppio, ma la cui natura non fu bene potuta determinare, nemmeno dal Macagno, perchè non gli riuscì farle in alcun modo vegetare.

Ma il carattere che potrebbe dirsi specifico delle polveri sciroccali, è la presenza fra le materie vegetali, di corpi coloriti in arancione cupo, ora brillante, ora volgente al bruno, di forma ovale o rotondeggiante, o schiacciati e deformi, che rammentano le forme di quel Protococco che colora le nevi in rosso (*Palmella cruenta* del Brown e dell'Hooker, o *Protococcus nivalis* o *pluvialis* del Cohn, o *Disceraea purpurea* del Morren), e che tale sembra che sia dalle ultime osservazioni del Tacchini e del Macagno.

Nella polvere da me raccolta a Portoferraio, potei constatare tutti i caratteri che ho detto appartenere alle polveri sciroccali. V'erano infatti le particelle angolose, irregolari, trasparenti da referirsi alla sabbia silicea; v'erano i frammenti di sfaldatura da dichiararsi carbonato di calce; v'erano i corpuscoli ferruginosi di forma poligonale appartenenti all'ossido di ferro magnetico, e gli altri rotondeggianti di ferro metallico; nè mancavano frammenti di materia organica, qualche rara diatomea, ed alcune cellule o spore, e fra queste quelle caratteristiche del *Protococcus nivalis*, di forma ovale o rotondeggiante, oppure schiacciate e deformi.

Questi i caratteri fisici e microscopici delle polveri sciroccali. In quanto alla composizione chimica diremo che vi predomina la silice e i silicati in-

solubili, il carbonato di calce e in minor proporzione quello di magnesia; che le materie organiche vi son contenute sempre in notevoli proporzioni; che sempre vi si trova il ferro, sia metallico, sia allo stato di ossido magnetico e di sesquiossido, e l'allumina in quantità abbastanza manifesta; che v'è del pari manifesto l'acido solforico, la soda e la potassa; che l'acido fosforico si apprezza in modo sensibile, e che non mancano mai traccie valutabili di nichelio e di cobalto.

A maggior schiarimento della composizione delle polveri sciroccali pongo qui i due seguenti prospetti, l'uno che si deve al Macagno e che dà i resultati di 8 campioni di polveri raccolte in Sicilia; l'altro che riassume i resultati della mia analisi sulla polvere terrosa da me raccolta a Portoferraio il 25 Febbraio 1879.

PROSPETTO N.° 7.

Composizione chimica delle polveri sciroccali cadute in Sicilia (Macagno).

COMPONENTI	N.° 2 6 Giugno 1870 (Palermo)	N.° 3 10 Marzo 1872 (Palermo)	N.° 8 6 Sett. 1873 (Palermo)	N.° 10 14 Aprile 1874 (Palermo)	N.° 11 14 Marzo 1876 (Palermo)	N.° 26 13 Aprile 1878 (Siracusa)	N.° 33 3 Agosto 1878 (Palermo)	N.° 50 17 Marzo 1879 (Palermo)
Peso specifico. . . .	2,381	2,390	2,315	2,401	2,351	2,402	2,715	2,344
Acqua igroscopica. .	3,070	2,901	1,880	1,915	3,012	3,148	2,052	2,221
Materia organica . .	19,820	20,400	22,708	20,051	21,150	19,800	18,250	19,762
Acido carbonico. . .	12,301	10,230	10,980	11,270	13,421	10,130	9,480	10,672
Acido solforico . . .	—	—	—	2,280	—	—	2,910	3,670
Acido fosforico . . .	—	—	—	0,870	—	—	—	0,903
Ossido di potassio. .	—	—	—	1,528	—	—	} 2,078	1,481
Ossido di sodio . . .	—	—	—	0,017	—	—		0,915
Ossido di calcio. . .	5,257	5,734	5,840	4,920	6,022	5,984	6,302	5,542
Ossido di magnesio .	—	—	—	2,470	—	—	1,940	2,018
Ossido di alluminio .	—	—	—	0,314	—	—	—	0,197
Ferro metallico . . .	—	—	—	0,289	—	—	—	0,296
Sesqu. Fe, e Fe met. .	—	—	—	1,915	—	—	2,021	1,215
Ossido di nichelio. .	+	+	+	} 0,068	+	+	} 0,079	0,046
Ossido di cobalto . .	+	+	+		+	+		0,005
Silice	49,121	51,230	50,171	51,021	48,121	47,906	53,140	49,982
Perdita	—	—	—	1,072	—	—	—	1,074
				100,000				100,000

N. B. — Il segno + indica che fu accertata la presenza del corpo.

PROSPETTO N.° 8.

Composizione della polvere caduta a Portoferraio il 25 Febbraio 1879.
(Roster)

Peso specifico 2,380

Su 100 di sostanza.

Acqua igroscopica	3, 1820
Materia organica	8, 6671
Acido carbonico	5, 1847
Ossido di calcio	8, 5391
Ossido di magnesio	1, 2349
Ossido di alluminio e ossido di ferro	11, 7044
Ferro metallico e ossido di ferro magnetico	0, 7231
Silice	59, 1288
Altri elementi e perdita	1, 6359
	100, 0000

Sebbene da questa analisi resultino evidenti i caratteri generali che appartengono alle polveri di Scirocco, pure si notano differenze assai manifeste, quando si istituisca un confronto coi resultati avuti dal Macagno. Se però noi paragoniamo la composizione della polvere di Portoferraio, con quella della sabbia presa direttamente dal deserto di Sahara (Vedi Prospetto N.° 6), vedremo che per alcuni elementi la mia analisi è più vicina alla sabbia del deserto, di quello che non siano le polveri raccolte in Sicilia e analizzate dal Macagno. Infatti se questo sperimentatore trova da 19, 820 a 22, 708 per le materie organiche, e da 47, 906 a 53, 140 per la silice; io trovo invece 8, 667 per le materie organiche, e 59, 128 per la silice, cioè numeri più vicini a quelli della polvere del deserto, che sono 7, 220 e 63, 957.

Le differenze che esistono fra la mia analisi e quelle del Macagno non autorizzano invero a ritenere le due polveri diverse da quelle del Sahara, perocchè le variate proporzioni fra i diversi elementi che le compongono, possono facilmente spiegarsi dall'essere le une e le altre raccolte in regioni molto fra loro distanti. Sembra infatti ben naturale che dette polveri, resultando da un miscuglio di particelle fra loro diverse per natura, e per dimensioni e peso differenti, debbano appunto per questo andar soggette a variare nelle loro respettive proporzioni, a seconda che son trasportate più o meno lungi dal vento, e che durante il loro tragitto più o meno lungo, hanno avuto agio di deporre per via alcuni elementi a preferenza di altri. E che tale spiegazione possa essere la vera, lo possiamo arguire anche dall'esame del Prospetto N.° 7, dove si scorge che mentre le polveri raccolte

dal Macagno a Palermo, cioè nello stesso luogo, hanno una composizione quasi costante, quella presa a Siracusa ne differisce alquanto, e la silice v'è più abbondante, e più abbondante v'è l'ossido di ferro e il ferro metallico, mentre le materie organiche e l'acido carbonico si trovano in minor proporzione.

Se poi si pensa che oltre questa selezione delle varie particelle costituenti la polvere, che si compie durante la via che percorrono in grazia della loro maggiore o minore tenuità e del loro peso specifico, tali polveri in un dato luogo possono cadere asciutte, in altro invece miste ad acqua, e che i venti impetuosi che le trasportano, possono sul loro cammino sollevare dal terreno e trascinare col turbine le polveri locali delle regioni che attraversano, e mescolarle e aggiungerle a quelle primitive del deserto, mi pare che anche a priori, senza i resultati delle diverse analisi, si possa ragionevolmente arguire che la composizione delle polveri sciroccali che cadono in pioggia alla superficie del suolo, può, senza che esse perdano con questo il loro carattere generale, offrire delle varianti a seconda del luogo dove furon raccolte.

Come abbiam detto la presenza del ferro metallico e magnetico è costante nelle polveri sciroccali, ed anzi può dirsi questo una delle loro caratteristiche, inquantochè non ha riscontro nelle altre polveri di origine pure terrestre, ma di altre regioni.

Tutto fa credere che il ferro delle polveri sciroccali debba avere un'origine tellurica piuttostochè cosmica, tanto più che ferro naturale è stato scoperto ad Ovifak e in altre regioni. Questo fatto potrebbe mettere in dubbio la origine cosmica che taluno vorrebbe attribuire al ferro delle polveri sciroccali, tanto più che la scoperta del ferro ad Ovifak, la natura delle roccie a cui va unito, e gli studi dello Smith e di altri, fanno supporre che il ferro delle sabbie del deserto africano possa avere una origine terrestre. Uno studio geologico intrapreso nelle regioni del Sahara, oltre a risolvere la questione da questo lato, sarebbe importantissimo, come fa osservare il Tacchini, per vedere se il Sahara sia un antico fondo di mare, oppure, ciò che è più probabile, se la sua parte occidentale appartenga alla formazione granitica dell'ossatura dei monti Hogghars. Il Sahara sarebbe in questo caso costituito da un suolo duro e roccioso, e le dune di sabbia proverrebbero dal disfacimento delle roccie sotto l'azione diuturna di un sole cocente, e dall'accumulo successivo dei detriti portati dal vento, il quale li accumulerebbe in monticelli alti fino a 30 metri.

Se, come abbiam dimostrato, fatta eccezione per la caduta di ceneri vulcaniche, la quasi totalità delle pioggie terrose che si verificano in Europa, e più particolarmente quelle osservate in Italia, traggono la loro origine dal deserto di Sahara, non bisogna però credere che non sieno da noi possibili altre pioggie polverose provenienti da altre regioni, e perciò per aspetto e per natura differenti dalle sciroccali. I caratteri microscopici e la composizione chimica di talune di queste pioggie non lasciano dubbio su tal proposito.

Dai lavori dell'Ehrenberg si ricava che la provenienza quasi costante dall'Africa delle pioggie terrose che avvengono in Europa, non esclude origini differenti per certe altre polveri raccolte in seguito ad uragani speciali. L'Ehrenberg in alcune polveri cadute ad Udine, in Calabria, a Genova, a Malta, a Lione, scoperse alcune forme organiche che non potevano spettare all'Africa, ma che dovevano con molta ragione ritenersi originarie dell'America Meridionale. Lo stesso Ehrenberg nella neve caduta nel 1851 nel Cantone dei Grigioni, scoprì forme organiche americane, rappresentate dal *Desmogonium guyanensis* e dall'*Himantidium papilio* (1).

La polvere mista a pioggia caduta il 17, 18 e 19 Febbraio 1841 contemporaneamente a Genova ed a Zornosco sul Lago Maggiore, analizzata dal Cannobbio e dal Colla fu trovata composta di talco, quarzo, calcite, serpentino e di materie bituminose, cioè molto diversa dalle polveri sciroccali. Diversa pure era quella saggiata dal Sementini, raccolta il Marzo 1813 nelle Calabrie, come lo dimostra la seguente analisi:

PROSPETTO N.° 9.

Composizione della polvere caduta nelle Calabrie il 14 Marzo 1813.

(Sementini)

Silice	33 —
Allumina	15, 5
Calce	11, 5
Ossido di cromo	1 —
Ossido di ferro	14, 5
Acido carbonico	9 —
Sostanza resinosa solubile in alcool	15, 5
	100 —

(1) Per maggiori notizie su le forme organiche trovate dall'Ehrenberg nei molti saggi di polveri da lui esaminate, e per molte altre cose ancora che si referiscono a questo fonomeno meteorologico, si consulti la stupenda pubblicazione intitolata: *Uebersicht der seit 1847 forgesetzten Untersuchungen über das von Atmosphäre unsichtbar getragene reiche organische Leben, von Christian Gottfried Ehrenberg. Berlin,* 1871-1874. G. Vogt.

L'opera è divisa in 8 parti cioè:

Parte I. — Storia.
Parte II. — Antiche osservazioni.
Parte III. — Nuove osservazioni.
Parte IV. — Tabella riassuntiva di tutte le forme di polveri rosse dal 1847 in poi.
Parte V. — Osservazioni di esseri viventi, invisibili nell'atmosfera.
Parte VI. — Atmosferili organici dannosi.

Il Mangini (1) riporta ultimamente un caso di pioggia terrosa avvenuta in Reggio di Calabria dal 16 al 19 Febbraio 1884, che per il suo colore, la grande quantità di ferro magnetico e gli altri suoi caratteri, si mostrava di natura particolare e ben diversa dalle ordinarie polveri africane. La caduta della polvere coincise con la presenza di ben distinta luce crepuscolare. Un analisi quantitativa, molto incompleta per la scarsità del materiale, fornì:

Ferro magnetico	6, 40
Sostanze insolubili in acidi. . . .	38, 75
Sostanze solubili in acidi	54, 85

Fra le sostanze che l'analisi qualitativa pose in evidenza vanno rammentate il ferro magnetico, la silice, l'allumina, la potassa, il nichelio, l'arsenico, l'acido solforoso, e l'acido fosforico.

A completare le notizie che si hanno sulla composizione delle diverse polveri che cadono in pioggia alla superficie della terra, e per stabilire dei confronti, ho riunite nel seguente Prospetto alcune analisi tanto sulle polveri terrose sciroccali, quanto su quelle di altra provenienza, cadute o secche o miste ad acqua in forma di pioggia melmosa.

Parte VII. — Divisione degli atmosferili in gruppi speciali.
Colorazione del mare;
Polveri rosse dell'aria;
Moorrauch (o nebbia oscura grigia proveniente dall'incendio di torbiere, foreste, praterie).
Höherauch (o nebbia prodotta da condizioni tuttora incognite. Ha per carattere di non lasciare alcun deposito. Le si attribuisce un'origine cosmica, come le comete o le stelle filanti, oppure la si vuol derivata da condensazioni atmosferiche).
Parte VIII. — Morfoliti di aspetto organico frammiste all'aria.

(1) *Mangini*. Gazzetta chimica italiana 1884, p. 180.

PROSPETTO N.° 10.

Composizione di alcune polveri terrose cadute in varie regioni (ROSTER).

COMPONENTI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Silice.	33,00	51,21	52,00	58,80	–	–	–	–	59,13	50,09
Allumina	15,50	1,81	7,50	13,30	–	–	–	–	–	0,26
Calce	11,50	–	–	–	–	–	–	–	8,54	5,70
Magnesia	–	–	–	–	–	–	–	–	1,24	2,14
Allumina e ossido di ferro.	–	–	–	–	7,50	5,00	–	–	11,70	–
Silice, allum. e oss. di ferro.	–	–	–	–	–	–	–	75,08	–	–
Sabbia e argilla.	–	–	–	–	60,90	64,90	65,62	–	–	–
Ossido di ferro	14,50	–	8,50	6,60	–	–	14,69	–	–	1,72
Potassa.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,51
Soda	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,47
Ossido di cromo	1,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ossido di manganese . . .	–	–	–	tracc.	–	–	–	–	–	–
Ossido di nichelio e cobalto.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,066
Ferro metallico.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,29
Ferro met. e oss. magnet..	–	–	–	–	–	–	–	–	0,72	–
Carbonato di calce	–	30,57	26,00	21,00	21,55	21,50	8,59	11,65	–	–
Carbonato di magnesia . .	–	2,21	2,00	–	–	–	–	–	–	–
Acido carbonico.	9,00	–	–	–	–	–	–	–	5,18	11,30
Acido solforico	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,95
Acido fosforico	–	–	–	–	tracc.	tracc.	–	–	–	0,87
Materia organica	–	9,75	4,00	–	2,00	2,25	6,61	13,19	8,67	20,24
Mat. resinosa sol. in alcool.	15,50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Acqua igroscopica.	–	–	–	–	5,85	4,09	6,49	–	3,18	2,54
Materie diverse e perdite .	–	0,45	–	0,30	2,20	2,26	–	0,08	1,64	–
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	–

I. Polvere caduta il 14 Marzo 1813 nelle Calabrie. Analisi del Sementini.
II. Polvere caduta a Boulogne-sur-Mer nel 1876. Analisi del Tissandier.
III. Polvere caduta su buona parte della Francia nel 1846. Analisi del Dupasquier.
IV. Polvere caduta a Valenza (Drome). Analisi del Lewy.
V. Polvere caduta nel Maggio del 1863 a Perpignano. Analisi del Bouis..
VI. Polvere caduta nel Maggio del 1863 a Oletta. Analisi del Bouis.
VII. Polvere caduta a Genova dal 12 al 14 Febbraio del 1870. Analisi del Boccardo e Castellucci.
VIII. Polvere caduta in Sicilia dall'8 all'11 Marzo 1871. Analisi del Silvestri.
IX. Polvere caduta a Portoferraio il 25 Febbraio 1879. Analisi del Roster.
X. Media di N.° 8 analisi di polveri cadute in Sicilia dal 1870 al 1879. Analisi del Macagno.

Da tutto quello che siamo andati esponendo sulla caduta di polveri terrose che si verificano a mo' di pioggia, possiamo trarre le seguenti conclusioni:

1.° Le pioggie terrose che si osservano con una certa frequenza sopra alcune regioni della terra, provengono dai grandi deserti dell'Africa, dell'Asia e dell'America, oppure anche da regioni più vicine al luogo dove avviene la caduta. Le grandi correnti atmosferiche trascinano le prime; turbini locali possono sollevare le seconde.

2.° Da quello che sappiamo sulle pioggie di polveri dei deserti dell'Asia, resulta che il fenomeno si verifica in condizioni differenti da quelle che succede per le pioggie di polveri in Europa. Queste sono accompagnate da depressione barometrica, quelle no.

3.° Le pioggie di polveri che si verificano in Europa e specialmente in Italia sotto i venti di Scirocco, hanno quasi sempre un'origine dai deserti africani, ai quali son tolte da cicloni che scendono dal Nord di Europa, e dopo aver toccato l'Africa, risalgono di nuovo in Europa; oppure (per l' Italia in specie) il fenomeno può accadere anche per correnti che si formano in seguito a depressioni secondarie originate all'Ovest della Spagna, o nel Mediterraneo.

4.° Il caso più frequente per la Sicilia e per l'Italia è di aver pioggie terrose miste ad acqua.

5.° Le polveri sciroccali hanno tali caratteri da non poterle confondere con altre e molto meno colle ceneri vulcaniche o col *moorrauch,* ossia col fumo per incendio di torbiere, di foreste o di praterie. Quelle rossastre, queste nere; le vulcaniche ruvide e grossolane, le sciroccali tenuissime.

6.° Uno dei caratteri distintivi delle polveri sciroccali è la presenza costante del *ferro metallico granulare,* che vi si trova in molta maggiore quantità che nel pulviscolo atmosferico ordinario, e nelle altre polveri non provenienti dai deserti africani.

7.° Che il *Protococcus nivalis* si trova sempre abbondante nelle polveri sciroccali, ed è quasi una caratteristica di esse.

B. — *Pioggie di polveri vulcaniche.*

Non tutte le pioggie di polveri terrose sono tolte dai venti ai deserti dell' Africa, dell' Asia e dell' America, o hanno origine da turbini locali. Le eruzioni vulcaniche proiettano talvolta nell' aria quantità enorme di ceneri, che trasportate dalle correnti atmosferiche inferiori o superiori, vanno dipoi a cadere sotto forma di pioggia secca in regioni più o meno lontane.

Di tal fenomeno abbiamo esempi memorabili, fra i quali rammenteremo le ceneri eruttate dal Coseguina nella Baia di Fonseca dell' America centrale, che furon portate dal vento fino a 20° verso l' Est; la cenere che nel 1875 cadde sopra una estensione di mare e di terra superiore a quella della Germania, e proveniente dall' eruzione del Timboro nell'Isola di Som-

bava; la pioggia di ceneri caduta nel Marzo del 1875 sopra buona parte della Svezia e della Norvegia, e che si riconobbe originaria dai vulcani dell' Islanda; e finalmente le polveri degli ultimi cataclismi vulcanici delle Isole della Sonda, che sollevate fino alle più alte regioni atmosferiche e trasportate poi dalle correnti superiori fino nel nostro emisfero, sarebbero state cagione, secondo il parere di taluni, degli splendidi crepuscoli osservati in Europa alla fine del 1883 e al principio del 1884.

Pioggie di ceneri vulcaniche non mancarono, nè mancano da noi tuttora in Italia, e di questi prodotti del Vesuvio, dello Stromboli e dell'Etna, abbiamo paurosi testimoni nella storia antica e nella moderna.

La composizione chimica delle ceneri vulcaniche differisce essenzialmente da quella delle polveri terrose fin qui rammentate. La silice è l'elemento che vi domina; vengon quindi l'allumina e l'ossido ferrico. Poca la calce, pochissima la magnesia.

L'analisi delle ceneri vulcaniche cadute nell'ultima catastrofe del Krakatau, dette al Van den Burg (1) i seguenti resultati:

PROSPETTO N.° 11.

Composizione delle ceneri vulcaniche cadute a Batavia nel 1883.

(Van den Burg).

Su 100 di ceneri

Anidride silicica	68,614
Allumina	14,032
Ossido ferrico	11,716
Calce	2,325
Magnesia	0,772
Soda	0,208
Potassa	0,155
Cloro	0,586
Anidride solforica	0,489
Anidride fosforica	0,150
Acqua	0,930
Perdite	0,023
	100,000

Di alcune materie saline sospese nell'aria. — L'aria, oltre le particelle terrose tolte dai venti alla superficie terrestre, oltre quelle ferruginose di origine cosmica e l'altre eruttate dai vulcani, ha sempre in sospensione

(1) *Van den Burg*. Recueil des travaux des Pays-Bas. t. 2, 1883, p. 297.

ed anche in soluzione nelle goccette di nebbia, una certa quantità di altre sostanze minerali, fra cui vanno notate il cloruro ed il solfato di sodio, di potassio, di magnesio e di calcio, ed alcuni sali di ammoniaca. Alcune di queste sostanze son tolte dai venti all' acqua polverizzata nel frangersi delle onde, o provengono, come i sali ammoniacali, dalla scomposizione delle materie organiche.

Tutte queste sostanze, insieme alle altre polveri dell'atmosfera, si ritrovano allo stato di soluzione, e si possono dimostrare nei residui delle acque di pioggia, o nelle acque di fusione della neve e della grandine.

Nell' Appendice che fa seguito a questa prima parte, si troveranno iscritti i resultati avuti dai diversi autori sulla quantità delle sostanze saline e delle altre particelle dell' atmosfera, trascinate e raccolte dalle pioggie, dalla neve e dalla grandine. Dirò intanto che i sali di ammoniaca, nitrato e carbonato, si trovan sempre presenti nell' atmosfera, e possono riconoscersi abbastanza facilmente, evaporando lentamente sopra una lastrina di vetro una goccia di pioggia, o di acqua di fusione della neve, e osservando al microscopio il residuo dell'evaporazione. Il Tissandier descrive delle cristallizzazioni microscopiche notevoli per forma ed eleganza, ottenute evaporando una goccia di acqua di neve. Sono lunghi e sottilissimi aghi frammisti a prismi retti a base esagona, o stelle a quattro o sei raggi, oppure delicate arborescenze in forma di plumule o di foglie di felce, come si posson vedere nelle figure disegnate dal Tissandier. I saggi chimici eseguiti su tali cristalli microscopici li dimostrarono costituiti da nitrato di ammoniaca.

Le polveri di origine minerale che si trovan sospese normalmente nell' aria libera, hanno poca importanza dal lato dell' Igiene, perchè oltre l'esservi contenute in minime proporzioni sono di tal natura, da non recare disordini o incomodi di qualche entità. Non può dirsi però lo stesso delle polveri minerali che si possono trovare sospese in alcune atmosfere confinate e che hanno origine dall'esercizio delle varie industrie, le quali in grazia della loro natura irritante o venefica, son capaci indurre effetti gravissimi ed anche letali sul nostro organismo. Ma di queste polveri non è qui il luogo di ragionare.

LIBRO II.

I microrganismi dell' atmosfera.

CAPITOLO I.

I germi dell' aria e la generazione spontanea.

Le emanazioni che si svolgono dal corpo dell' uomo e degli animali, le esalazioni che si sollevano nei processi di putrefazione delle sostanze organiche, versano nell' atmosfera dell' acido carbonico, dell' ammoniaca, dell' idrogeno solforato e fosforato, e con questi molti principii gassosi di natura incerta o affatto sconosciuti, ai quali a più riprese fu attribuita l' influenza perniciosa di alcune atmosfere confinate, o dell' aria libera di certe regioni.

Ma oltre gli elementi gassosi rammentati, dei quali non vogliamo occuparci, esiste sempre nell' aria quantità più o meno grande di particelle organiche sospese. Esaminando al microscopio le polveri atmosferiche liberamente deposte alla superficie degli oggetti, o quelle artificiosamente raccolte coi diversi metodi dei quali più tardi diremo, o l' altre trascinate dalla pioggia, dalla neve o dal vapor di acqua condensato, è facile riconoscere fra mezzo alle materie minerali, copia non piccola di materia organica, ora amorfa, ora organizzata. Alla medesima conclusione si giunge sottoponendo al fuoco diretto una certa quantità di pulviscolo atmosferico, inquantochè lo vediamo prima farsi bruno, poi carbonizzarsi ed infine bruciare con splendore più o meno vivace.

Le polveri organiche dell'aria possono dividersi in due classi fra loro ben distinte e che hanno importanza ben diversa dal lato biologico; cioè in particelle organiche *inerti* o *morte,* ed in particelle *attive* o *viventi.* Le une e le altre poi sono di natura *animale* o *vegetale*.

Fra le particelle organiche inerti di natura vegetale sono da rammentarsi le cellule o frammenti di cellule di piante superiori; le fibre e frammenti di vasi e di trachee; peli semplici o ramificati, tolti alle foglie o agli steli; tubi di micelii, e molti e differenti granuli di fecule e di amido, che se

offrono una organizzazione ben distinta, sono incapaci però di germogliare o di servire ad un ufficio fecondante qualunque, e perciò di importanza molto secondaria. Allato a queste diverse sostanze che fan vedere una organizzazione ben distinta, si può aggiungere una materia di natura ugualmente vegetale, ma amorfa, in forma di placche, lamelle e ammassi informi e granulosi. Fra gli elementi organici inerti del pulviscolo potrebbero esser collocati i granuli di polline, abbondantissimi nell'aria libera della campagna, inquantochè non sono adatti di per loro a germogliare e dar luogo a un vegetale completo, se però, per contenere un succo e granulazioni capaci di fecondare gli ovuli delle piante fanerogame, non trovassero posto più naturale fra gli elementi attivi del pulviscolo organico, del pari che le zoospore delle alghe e delle muffe. A questi elementi organici dell'aria libera, non contaminata dalla presenza dell'uomo, si aggiungono o si sostituiscono nelle atmosfere confinate, o in quelle libere sovrastanti ai centri abitati, i detriti di fibre vegetali già lavorate, come quelle della canapa, del lino e del cotone.

Le particelle organiche inerti di origine animale sono costituite da cellule epiteliali e cornee; da frammenti di peli, da plumule e barbule di penne di uccelli; da scaglie di farfalle, da peli, antenne e zampe di insetti, e da spoglie e cadaveri di insetti minutissimi della famiglia degli Acari. A tutto questo in vicinanza dei centri popolati si aggiungono fibre tessili di lana e di seta.

Le particelle *organiche viventi* dell'atmosfera son costituite da organismi microscopici di natura animale o vegetale.

Lo studio dei microrganismi atmosferici è ben lungi dall'essere perfetto. Non solo siamo ancora lontani da potere indicare l'influenza che essi possono esercitare sul nostro organismo, e la parte attiva che possono prendere nella produzione delle malattie, ma ci mancano le cognizioni necessarie per conoscerli completamente nella loro natura, nella loro origine, nel loro numero, nel loro svolgimento e nei loro mutamenti non solo, ma anche nelle loro forme e nelle loro specie. Di fronte a questa deplorevole ignoranza, ogni studio su tali organismi dovrebbe cominciare dall'esame delle loro forme e della loro individualità, per quindi, sotto la guida di tali cognizioni, indagare quali sieno le forme e le specie più frequenti; studiare i legami e le relazioni che possono avere col mondo che gli circonda, e in particolare col nostro organismo; vedere in quali tempi e sotto quali influenze telluriche ed atmosferiche compariscono, e con quali fenomeni igienici coincida la loro presenza. A raggiungere questo scopo occorre che le indagini sieno frequenti e non interrotte, e che permettano di confrontare fra loro i resultati dei giorni, dei mesi e degli anni.

La mancanza di cognizioni precise, a cui abbiamo accennato, è ragione sufficiente a spiegare in qual modo i diversi autori non si sieno trovati d'accordo sopra la classificazione generale e la distinzione dei microrganismi atmosferici, e nemmeno sulla significazione della parola *Germe,* colla quale vengono più abitualmente designati i corpuscoli viventi.

Anatomicamente e fisiologicamente parlando si dà il nome di *Germe* ad ogni corpo o corpuscolo unicellulare o pluricellulare, che svolgendosi diventa pianta o animale, e ciò qualunque sia la sua provenienza cognita o incognita (1). Come si vede la parola germe è un vocabolo generale e non generico, ed usato dai medici e dai chimici a proposito del pulviscolo organizzato vivente dell'atmosfera, non ha significato, se non specifica la natura animale o vegetale del germe. Se questa distinzione non è sempre facile, è però sempre possibile, inquantochè se non si può giunger sempre a determinare la specie a cui appartiene la spora o il micelio, l'ovulo o l'infusorio che vediamo nel campo del microscopio, è però sempre possibile dichiarare se il microrganismo è un vegetale o un animale.

I caratteri differenziali per questa distinzione si fonderebbero sulla rapida dissoluzione nell'ammoniaca delle parti animali, eccettuati però gli involucri chitinosi e gli epiteli, mentre le cellule vegetali a pareti di cellulosa vi sono affatto insolubili. Quando però il corpuscolo da differenziarsi raggiunga alcuni limiti estremi di piccolezza, quando cioè il suo diametro sia inferiore a $0^{mm},001$, come ad esempio le spore del *Leptothrix,* allora il mezzo proposto non permetterebbe più di distinguere le spore da quelle granulazioni dette molecolari del medesimo diametro, e che sarebbero di natura amilacea o cellulosa. Che tali granulazioni poi esistano mescolate alle spore è possibile, ma non è stato per anco dimostrato.

La indecisione a cui allude il Robin, e in cui si trovano alcuni autori nell'assegnare a quelli che chiamano germi atmosferici una natura animale o vegetale, è implicitamente affermata dalla parola di *Microbi,* proposta dal Sedillot, e spesso usata per sottrarsi alla necessità di determinare se, ad esempio, i corpuscoli che son cagione delle fermentazioni, possano essere viventi, senza essere o vegetali o animali.

Riserbandoci a riprender la questione più innanzi, quando cercheremo di stabilire quali e di qual natura sieno i microrganismi viventi dell'atmosfera, che alcuni comprendono sotto il nome generale di *Germi,* altri sotto quello di *Microbi,* assegnando a quest'ultimo appellativo un significato più ristretto e più speciale di quello che abbia la parola Germe (2), è un fatto oramai constatato che nell'aria esistono organismi microscopici viventi, a molti dei quali deve attribuirsi l'origine e lo svolgersi dei processi fermentativi e putrefattivi.

Avanti però di esser giunti a questa ultima conclusione, accettata oggigiorno da quasi tutti i biologi, e confortata dalle esperienze degli uomini i più eminenti, la questione venne agitata lungamente e calorosamente in seno alla scienza, ed il campo fu diviso in due partiti diametralmente opposti; gli *eterogenisti* da un lato, o fautori della generazione spontanea, e gli *omogenisti* dall'altro. Per i primi la creazione di un organismo vivente in seno

---

(1) *Robin Ch.* Germes. (Dict. encycl. d. sc. med., 1882).

(2) Per Microbi si deve intendere ogni specie microscopica vivente di natura vegetale o animale, rivestita di una tunica organizzata, fatta esclusione però degli otricoli pollinici.

ad un liquido organico, accadrebbe sotto l'azione di forze indefinite, paragonabili a quelle ravvolte tuttora nel mistero, che presiedono alla nutrizione delle cellule, ai fenomeni chimici ed all'aggruppamento delle molecole nei cristalli. Per i secondi invece ogni organismo vivente avrebbe sempre origine da un germe, da una cellula, da un uovo insomma, proveniente da un individuo adulto, che alla sua volta sarebbe stato originato da un individuo a lui simile.

Gli eterogenisti basano le loro dottrine sopra due ordini di prove; le une che si fondano sulla teoria del trasformismo, della evoluzione e della selezione delle specie viventi, trovando così la spiegazione alla comparsa della vita sulla terra; le altre che hanno l'appoggio di esperimenti e di fatti.

Fino dai tempi più remoti fu creduto che alcuni animali, anche fra quelli che occupavano un posto abbastanza elevato, potessero originarsi spontaneamente, e fu sostenuto, per esempio, che i girini nascessero dalle melme degli stagni. Se questo fu creduto possibile per organismi più perfetti, come le rane, non fa davvero meraviglia che si prestasse fede e si affermasse la generazione spontanea di organismi molto più semplici, e che nel secolo passato, ed anche nel presente, scenziati valentissimi si sieno fatti partigiani della eterogenesi per gli esseri infinitamente piccoli, e rappresentati dalle forme più semplici che appartengano al regno vegetale ed animale.

La putrefazione delle carni, che dava origine ad un brulicame infinito di organismi, fu per gli eterogenisti l'argomento per eccellenza a dimostrare che gli esseri nati e sviluppati nel processo putrefattivo prendevano vita e forma dalla stessa carne.

Bisognava che venisse Francesco Redi (1626-1657) a dimostrare che i vermi visibili ad occhio nudo, sviluppati nella carne putrefatta, non erano già, come supponevansi, il prodotto spontaneo del processo di corruzione, ma sibbene la progenitura a metà svolta, ossia la larva, delle mosche, che avevan deposto le loro uova sulla carne imputridita. Bastava infatti proteggerla con un semplice velo, perchè tali larve non apparissero, mentre le mosche aggirandosi intorno al velo protettore, deponevano su quello le loro uova.

La lotta contro l'ignoranza iniziata dal Redi, fu continuata gloriosamente dal Vallisneri, dallo Schwammerdam e dal Reamur, che riuscirono a bandire dagli spiriti scientifici della loro epoca, l'idea della generazione spontanea degli esseri provvisti di una organizzazione così elevata.

Se da un lato però il microscopio portò il colpo fatale a tutto ciò che avanti la sua scoperta si era detto e scritto sulla generazione spontanea, dall'altro lato, svelando un mondo nuovo di esseri infinitamente piccoli e di tale semplicità di forme da avvicinarsi agli atomi della materia, gettò di nuovo il dubbio, e fu chiesto se non poteva essere un fatto vero, il passaggio degli atomi della materia ad organismi così semplici e così vicini per la forma agli elementi figurati di essa.

Le difficoltà di assegnare una origine a questi microrganismi, che sotto forme diversissime formicolavano nelle infusioni organiche putrefatte e nelle acque paludose e stagnanti, ricondusse di nuovo alle teorie della eterogenesi, che ebbe allora argomenti più validi a sostenersi ed imporsi.

Al Needham che nel 1745 provando sopra infusioni vegetali in vasi ermeticamente chiusi, vedeva dopo qualche giorno i liquidi pullulare di forme viventi, e che da questo proclamava la realtà della generazione spontanea, e affermava l'esistenza di una forza *vegetativa* o *produttiva* capace di porre in movimento tutte le parti della materia e di eccitarvi una specie di *vitalità;* ed al Buffon che poneva innanzi le sue *molecole organiche* sparse da per tutto in natura, e capaci, qualora ogni specie animale o vegetale venisse a sparire, di riprodurre un mondo nuovo di organismi viventi, rispondeva nel 1765 il nostro celebre Spallanzani, il quale ripetendo le esperienze del Needham, giungeva a resultati perfettamente opposti; dal che egli con la modestia che in lui era dono di natura, concludeva che per lo meno la generazione spontanea non era sempre dimostrata.

Il Needham, appassionato eterogenista, eseguiva i suoi esperimenti in questo modo. Le sostanze sottoposte alla prova, erano introdotte in palloni ermeticamente chiusi, ed esposte all'azione di una temperatura vicina al bollore. Questo grado di riscaldamento aveva per scopo di uccidere tutti i germi che potessero preesistere, ma di lasciare intatta la *forza vegetativa* residente nella materia; come la chiusura ermetica dei recipienti doveva porre al riparo da qualunque introduzione di germi dell'aria esterna.

Lo Spallanzani nel ripetere le esperienze del Needham, cercò di porsi nelle medesime condizioni, solamente egli scaldava un poco più lungamente e fino al bollore; ciò che di poi fece dire al Needham che il suo contradittore poneva le infusioni alla tortura, e che se i resultati da esso ottenuti erano stati negativi, era solo perchè elevando di troppo la temperatura, aveva indebolito e forse anche distrutto la forza vegetativa delle sostanze organiche delle infusioni. Tutte le volte che lo Spallanzani scaldò l'infusione per tre quarti d'ora ed arrivò a farla bollire, ebbe sempre dei liquidi infecondi. Il Needham invece scaldando per sette o otto minuti e non raggiungendo mai la temperatura di 100°, vide più volte alterate le sue infusioni.

Nel medesimo tempo che ferveva la discussione fra il Needham e lo Spallanzani, il Bonnet formulava la sua teoria dei *germi preesistenti,* ammettendo che a cominciare dalla creazione di Dio fino ai nostri giorni, esista una catena non interrotta di essere organizzati e dotati di vita, i quali in possesso di questa potenza, se la sieno comunicata di generazione in generazione (1). Il Bonnet dunque non concordava che la materia bruta potesse elevarsi da per sè allo stato di materia organizzata per costituire un animale o una pianta, a meno che non subisse l'influenza di un essere vivente uscito da una pianta o da un animale. Con questo sistema, che a vero dire era fondato più sopra una fervida immaginazione che su fatti scientificamente dimostrati, il Bonnet sperava di combattere le teorie della generazione spontanea,

(1) Da una corrispondenza del Bonnet resulta che questo autore, annunziando la sua dottrina dei germi preesistenti, aveva fatto la critica al Needham, senza conoscere le esperienze dello Spallanzani, e che questi dal canto suo aveva già incominciato i suoi lavori, senza ispirarsi al sistema del Bonnet.

mentre in realtà la sua dottrina, fatta astrazione dall'idea direttrice, poteva dirsi quasi simile al sistema delle *molecole organiche* del Buffon.

Al metodo di sperimentare dello Spallanzani era stata fatta la obiezione che i palloncini posti in prova, essendo ermeticamente chiusi e contenendo perciò piccole quantità di aria, poteva attribuirsi alla rarefazione di questa ed alla diminuzione di ossigeno, la sterilità delle infusioni. A togliere qualunque dubbio sulla importanza di tale appunto, lo Schulze, nel 1736, intraprese alcune esperienze riempiendo a metà di acqua stillata un palloncino, dove aveva posto antecedentemente alcune materie vegetali ed animali, facendo bollire onde distruggere la vita possibile nelle infusioni, e insufflando ogni giorno nell'apparecchio dell'aria fatta precedentemente gorgogliare nell'acido solforico concentrato. Dal Maggio all'Agosto, lo Schulze non ebbe a osservare nelle infusioni traccia alcuna di vita.

Allo Schulze successe lo Schawnn (1737) che poneva un pezzo di carne in una bottiglia piena per due terzi di acqua, rendeva sterile il tutto col calore, e introduceva quindi dell'aria calcinata. La mancanza di muffe e di infusori e l'assenza di putrefazione nella carne e nel liquido, fecero concludere lo Schawnn che la generazione spontanea non esiste, ma che la putrefazione è dovuta alla scomposizione della materia organica in virtù del moltiplicarsi di organismi estremamente tenui, che non provengono dall'aria, ma sibbene da qualcosa contenuto nell'aria e che questo qualche cosa, è distrutto da una temperatura abbastanza elevata.

All'Helmotz (1743) si debbono alcuni esperimenti, che condussero a chiarire i caratteri fisici dell'agente che produce la putrefazione. L'Helmotz separava per mezzo di una membrana un liquido putrescibile, ma reso sterile, da un liquido in piena putrefazione. La mancanza di alterazione nel primo liquido, portò l'Helmotz a concludere che la causa della putrefazione non risiedeva nel liquido stesso, il quale poteva passare a traverso la membrana, ma sibbene in qualche cosa che era arrestato dalla presenza del diaframma.

Gli esperimenti dello Spallanzani, dello Schulze e dello Schawnn, ripetuti da altri dettero resultati il più spesso negativi, ma qualche volta accadde che le infusioni si alterarono. Resultati del pari contradittori ebbero anche lo Schroeder ed il Van Dush, i quali invece di far gorgogliare l'aria nell'acido solforico, come lo Schulze, o calcinarla a traverso un tubo rovente, come lo Schwann, preferirono filtrarla con tamponi di ovatta.

Questi insuccessi potevano a primo aspetto dar ragione agli eterogenisti, se non si fossero prestati ad altra spiegazione. Infatti i mezzi adoperati, quali il bollore, il gorgogliamento dell'aria a traverso gli acidi e gli alcali, la filtrazione con ovatta, erano mezzi sempre sufficienti a privar l'aria da ogni germe? E tutte le precauzioni usate per raggiungere l'intento, furono tali da esser tranquilli sulla loro efficacia?

Ma i sostenitori della generazione spontanea trovarono un nuovo e valido campione nel Pouchet, il quale nel 1859 pubblicava un notevole libro sotto il titolo di *Eterogenia*, che sembrava dover rovesciare tutti i fatti sta-

biliti dalle esperienze dello Spallanzani, dello Schulze, dello Schawnn, dello Schroeder e dell'Helmotz. La forza e la sicurezza che il Pouchet poneva nelle sue affermazioni, il numero grande delle sue esperienze, che conducevano a conclusioni affatto opposte a quelle degli omogenisti, scossero i più creduli e indussero il dubbio sull'esattezza degli esperimenti di quelli autori che l'avevano preceduto. Ma se il Pouchet davanti all'Accademia delle Scienze fu costretto a tener fronte agli argomenti del Milne-Edward, del Payen e del Quatrefages, ed a combattere le esperienze che in quell'occasione istituirono il Dumas ed il Bernard, doveva trovare un più valido avversario nel Pasteur. Questi, entrato in campo nel 1860, radunava fatti sopra fatti, e due anni dopo rendeva di pubblica ragione la sua bella Memoria sopra i corpuscoli organizzati dell'atmosfera, e più tardi con nuove e più convincenti prove, dava l'ultimo crollo alla teoria della generazione spontanea.

I lavori del Lister, del Tyndall, del Cohn, dell'Hallier e di tanti altri che succedettero al Pasteur, rafforzarono e allargarono l'opera da lui iniziata, e al presente la teoria dell'eterogenesi può dirsi quasi abbandonata.

Il rimprovero che si meritano gli eterogenisti, anche i più valenti, è che nelle loro esperienze non si posero nel caso di aver liquidi e recipienti assolutamente immuni da germi, e di non avere usate precauzioni sufficienti perchè durante l'esperienza l'aria esterna non avesse accesso nell'apparecchio. Vedremo più tardi come non basti scaldare le infusioni alla temperatura del bollore per distruggere in esse la vita, esistendo alcuni microrganismi che non muoiono che al di là dei 100°. I liquidi che nelle mani degli eterogenisti si popolarono di esseri microscopici viventi, in altre mani si mostrarono assolutamente sterili, se assoggettati ad una temperatura prolungata di 110.° C., e se nell'operazione e dopo, sottratti ai fermenti figurati sparsi nell'aria o aderenti su gli oggetti immediatamente a contatto con essi. *La fecondità* nei liquidi posti in esperimento può essere dovuta ad errori di manipolazione, mentre *la sterilità* suppone esperienze inappuntabili.

Negare la generazione spontanea nei liquidi da noi manipolati; negare che la materia si trasformi e prenda nuova vita sotto i nostri occhi, non è affermare che lentamente e in lungo volgere di secoli questo perfezionamento morfologico non sia avvenuto; non è dire che gli organismi inferiori debbano sempre e in ogni tempo essere stati generati da germi o da uova. Quando la vita apparve la prima volta sulla terra, debbono essere intervenute forze generatrici speciali, che adesso non è dato a noi nè conoscere e nemmeno indovinare nella loro essenza, nella loro potenza e nel loro modo di agire, ma che tuttavia debbono aver presieduto all'organizzazione primordiale di quegli esseri rudimentali, le cui metamorfosi successive hanno condotto alla vita vegetale e animale, quale noi la contempliamo in tutto il suo magico splendore al giorno d'oggi.

Ma i puri eterogenisti non sono i soli che negano nell'aria la presenza di germi capaci di svilupparsi a scapito delle materie organiche, determinandovi i diversi processi fermentativi e la putrefazione. I partigiani del blastema e del protoplasma, ammettendo la vita in una materia non mor-

fologicamente distinta, ma definita solo per la sua composizione fisico-chimica, credono che esista materia vivente senza struttura, e trasformazioni chimiche senza causa. Il Turpin, al quale repugnava l'idea che la vita s'impregnasse in materie che, come il blastema e il protoplasma, non offrivano nulla di figurato, cercava qualche cosa di morfologicamente definitivo a cui assegnare una proprietà istogenetica, e questo qualche cosa lo trovava nei suoi *globulini puntiformi*, come il Buffon credeva di averlo scoperto nelle sue *molecole organiche.*

Una dottrina che in fondo non differisce gran cosa dall'emiorganismo del Fremy, dai globulini del Turpin, e dalle molecolé organiche del Buffon, è quella dei Microzimi, calorosamente difesa e sviluppata dal Béchamp e dall'Estor, ed alla quale hanno fatto in parte adesione il Trecul, il Maggi, il Cantoni ed il Balsamo-Crivelli.

Il Béchamp fino dal 1868 distinse col nome di Microzimi alcuni corpuscoli o granulazioni puntiformi, già dette Micrococchi dall'Hallier, e che oggigiorno i più, molto ragionevolmente, credono semplici granulazioni molecolari mobili, visibili facilmente alla superficie dei liquidi organici, e che formano quello che il Burdach chiamò *strato muccoso primordiale,* ed il Pouchet *pellicula proligera.* Il Béchamp però crede di avere dimostrato la vitalità indipendente dei suoi Microzimi, ai quali attribuisce proprietà sorprendenti, facendoli agire come fermenti, e facendoli trasformare in lieviti e microrganismi diversi. I Microzimi sebbene varî per origine e provvisti di attività chimiche variabili, avrebbero tutti una medesima attitudine, quella cioè, sviluppandosi, di apparire sotto la forma di Bacteri, e di assumere eziandio tutti gli stati morfologici intermedi di Vibrioni, Amilobacteri ecc., che precedono la forma bacteriana. Queste metamorfosi anzi, secondo il Béchamp, andrebbero tant'oltre che il Bacterio potrebbe prendere una specie di testa ed assumere un rigonfiamento nucleare. In una parola, il *Bacterium catenula,* il *B. termo,* il *B. capitatum,* ed il *Bacteridium,* non sarebbero che fasi diverse dei Microzimi delle cellule animali. L'essere vivente, vegetale o animale, porterebbe in sè stesso questi fermenti microfiti, che per il Béchamp sono gli elementi essenziali alla vita, alla malattia, alla distruzione ed alla morte. Il Béchamp trova Microzimi da per tutto; nell'aria, nell'acqua, nel suolo, negli esseri viventi e perfino nelle roccie. Per lui sarebbero i soli elementi dell'organismo non transitori, ma persistenti anche dopo la morte, entrando allora appunto in evoluzione per formare i Bacteri. Sarebbero la causa di tutte le scomposizioni, senza però morire, e ritornando, finito il loro compito, in un periodo di riposo. Sarebbero il punto di partenza della malattia, potendo da sani divenire morbosi, trasmettere la malattia acquisita, e ritornar quindi sani. Fattori di cellule, impartirebbero al protoplasma ed al blastema la potenza formatrice dell'organismo vivente, o inversamente distruggendo un organismo, un tessuto, una cellula, sarebbero i soli superstiti di questa distruzione.

Senza dire da dove arriva nell'uovo, il Microzima, secondo il Béchamp, verrebbe dall'uovo. La sua origine si confonderebbe con quella dell'essere

e dell'organo che lo contiene, ed avrebbe una evoluzione parallela all'elemento anatomico. Per il Béchamp non esistono germi nell'aria, ma sibbene Microzimi, e se i Bacteri possono apparire in una parte staccata dall'animale o dalla pianta, non si deve, nè occorre invocare per spiegare la loro presenza, l'intervento di un germe esterno.

La dottrina del Béchamp, quantunque possa sembrare ingegnosa, manca di fatti ben constatati che le servano di base. Non è provato che i Microzimi sieno lo stato anteriore dei Bacteri, ed è provato meno che mai che essi facciano parte costituente e necessaria della cellula e dei tessuti. L'idee del Béchamp restano dunque allo stato di pura supposizione, e vi rimarranno fino a che resti ignorata la natura chimica e la composizione immediata di queste granulazioni di origine così diversa.

Tutte le teorie fino ad ora esposte cadono di fronte ai fatti ed alle dimostrazioni sperimentali che si posseggono ad esuberanza, per i quali riesce provato che l'aria contiene numerose specie di corpuscoli viventi, di spore crittogamiche e di germi di Bacteri, i quali deposti sopra una materia organica morta, ne determinano rapidamente la scomposizione e la distruzione.

La sterilità dell'aria filtrata a traverso il cotone e l'amianto, o calcinata facendola passare dentro un tubo di metallo rovente, sono altrettanti modi per dimostrare che la causa delle fermentazioni e della putrefazione va cercata nei corpuscoli che stanno sospesi nell'atmosfera. Ci manca lo spazio per riprodurre estesamente le celebri esperienze del Pasteur, e i rigorosi metodi scientifici dovuti a tanti altri esperimentatori. Dicemmo già come al Tyndall si dovesse l'osservazione che l'aria privata delle sue particelle sospese o *otticamente pura*, non è più capace d'indurre alterazione nei liquidi organici con i quali venga a contatto, donde ragionevolmente si può concludere che il potere dell'aria di disperdere la luce, cammina di pari passo col potere d'ingenerare la vita dei Bacteri. Il fatto che la soppressione delle particelle sospese distrugge simultaneamente queste due facoltà dell'aria, fa vedere che bisogna staccare la potenza creatrice dalle molecole gassose dell'atmosfera, e si deve invece attribuirla a qualche cosa che vi sta sospeso. Gli esperimenti del Tyndall, basati sopra metodi differenti da quelli del Pasteur, portano dunque alle medesime conclusioni.

Le verità sperimentali che si possono dedurre dai fatti fin qui esposti sono le seguenti:

1.° Che un liquido organico posto fuori del contatto dell'aria non si altera mai.

2.° Che solamente le polveri atmosferiche sono capaci d'indurre questa alterazione.

3.° Che l'aria filtrata o spogliata con altri artifizi dei suoi corpuscoli sospesi, è impropria a popolare di microrganismi le infusioni le più alterabili.

CAPITOLO II.

Natura, provenienza e quantità dei Microrganismi atmosferici.

§ 1.° — *Natura dei microrganismi atmosferici.*

I corpuscoli viventi sospesi nell' aria, sono fra loro di natura ben diversa, e perciò suscettibili di esser distinti e separati in altrettanti gruppi. Non tutti gli autori si trovan d' accordo nello stabilire una divisione dei microrganismi atmosferici, e le classificazioni proposte ora sono soverchiamente complesse e sintetiche, ora invece eccessivamente suddivise. Questa incertezza deriva in parte da chè diversi furono i criteri usati nel distinguere e separare, e in parte dalla imperfetta conoscenza che si ha di questi esseri microscopici.

Alcuni autori, e fra questi il Gautier (1), dividono i microrganismi dell' aria in quattro gruppi, cioè:

1.° Sporule o organismi vegetali che originano le crittogame parassitarie della pelle e delle muccose, le muffe, le fermentazioni propriamente dette e le fermentazioni anormali, come le malattie dei vini.

2.° Ovuli o germi che danno origine ad animali, veri parassiti, o a un certo numero di protozoi che per il loro svolgimento determinano molte delle scomposizioni putride, che abbondano nelle infusioni, aderiscono alla pelle ed alle muccose degli animali, e s' introducono nei polmoni, negli intestini o nei muscoli.

3.° Organismi di natura intermedia la cui natura vegetale o animale resta tuttora per alcuni dubbia. Si riscontrano negli umori di molte malattie gravi.

4.° Corpi allo stato di semplici granulazioni, che rappresenterebbero gli ultimi termini della organizzazione visibile, quali si trovano nel plasma sanguigno, nei leucociti e negli umori degli animali colpiti da malattie infeziose.

Il Fodor divide gli organismi viventi dell' atmosfera in quattro classi, ponendo nelle prime tre i vegetali, e riserbando la quarta al regno animale, cioè:

1.° Bacteri (*Bakterien*).
2.° Muffe (*Schimmelpilze*).
3.° Organismi vegetali inferiori (*Niedere Pflanzen-Organismen*).
4.° Organismi animali (*Thierische Organismen*).

---

(1) *A. Gautier.* Chim. Appliq. à la Phys., à la Path. et à l'Hyg., 1874, t. I, p. 21.

Trovando, a nostro parere, poco esatta e non ben determinata la divisione accettata dal Gautier, nè parendoci completamente buona quella del Fodor, noi divideremo i corpuscoli organizzati dell'aria nei seguenti cinque gruppi, senza pretendere con questo di offrire una divisione priva di mende.

1.° Infusori e uova d'infusori.
2.° Polline.
3.° Spore di crittogame.
4.° Crittogame complete.
5.° Germi di Bacteri.

Avanti di passare allo studio dei singoli organismi così classificati, diciamo qualche parola sopra la provenienza e la quantità dei medesimi presi nel loro complesso.

§ 2.° — *Quantità totale dei microrganismi atmosferici.*

È noto che la teoria del Naegeli (1) ammette che i germi delle malattie infeziose piuttosto che venir propagati dall'acqua o dall'aria del sottosuolo, provengono invece dalla superficie del suolo per gli attriti di ogni genere, e vengano quindi sparsi più o meno abbondantemente nell'aria, che sarebbe per conseguenza il loro principale veicolo.

Il terreno dunque, e più specialmente la superficie del suolo, è il serbatoio naturale dal quale provengono la maggior parte degli organismi vivi dell'atmosfera. Nel parlare più specialmente dei Bacteri diremo della loro provenienza e dei modi che ne regolano la distribuzione.

Quali adesso fra i corpuscoli dell'aria sono quelli la cui presenza è più frequente, e quale è la loro proporzione relativa? il Pasteur, il Fodor, il Miquel ed altri non pochi, hanno rivolto da questo lato le loro indagini. Se le diligenti e numerose osservazioni degli ultimi due autori, hanno fornito un'idea della grande profusione di questi corpuscoli organizzati, hanno anche dimostrato che il loro numero non è poi così esagerato come taluni credevano. Il Dancer di Manchester, fra gli altri, aveva portato la quantità di questi microrganismi a 37,000,000 in 2 metri cubi e mezzo di aria!

Al dire del Pasteur un litro di aria conterrebbe sempre dei germi capaci di provocare una fermentazione, e l'aria della città ne avrebbe molti più di quella della campagna. Sulle cime del Giura un litro di aria non ha dato al Pasteur che cinque volte su venti, germi capaci di servire da fermento. A Montanvert sul Mare di ghiaccio, 1 volta su 20; e nelle cantine dell'Osservatorio di Parigi, situate a $27^{m},60$ di profondità, l'aria raccolta con speciali precauzioni si è mostrata di singolare purezza, non avendo fornito germi di sorta.

Il Lemaire condensando artificialmente il vapor d'acqua che s'inalzava dalle paludi di Sologna, vi rintracciava abbondanti sporule, ovuli e detriti organici diversi, ed osservava che nel liquido si svolgevano e si moltiplicavano

(1) *Naeg li.* Die Niederen Pilze, Munchen, 1877.

con straordinaria rapidità funghi, muffe ed alghe, e più tardi vibrioni di ogni specie.

Dalle osservazioni fatte in questi ultimi anni nel Parco di Montsouris, resulta che l'aria è carica in ogni tempo di germi ma in quantità variabile, e che il loro numero, scarso nell'inverno, aumenta rapidamente nella primavera, si mantiene sempre elevato nell'estate, e diminuisce poi nell'autunno. Il numero totale dei germi desunto dalle osservazioni giornaliere di un quinquennio, si avvicinerebbe a circa 15,000 in 1^{mc} di aria, essendo in media 14,200 le spore delle muffe, dei licheni e delle alghe, e 480 i germi dei Bacteri.

I confronti fatti dal Miquel (1) sull'aria libera del Parco di Montsouris, su quella della pianura di Gennevilliers, presso Parigi, irrigata con le acque di fogna, e sull'aria del cimitero di Montparnasse, hanno dimostrato che i Microbi dell'aria raccolti in questi tre diversi luoghi non diversificano gran cosa per il loro numero e per le loro specie. Nell'aria del Cimitero di Montparnasse i Bacteri esistono anzi in numero un poco minore che in quella di Montsouris. Da questo però non credo possa a tutta ragione concludersi che i germi delle due stazioni debbano essere presso a poco i medesimi. Infatti nell'aria si trovano generalmente abbondanti alcune specie più comuni di Bacteri e di spore crittogamiche, e non è difficile che i Micrococchi ed i Bacilli, che vi si presentano costantemente, mascherino forse e soffochino quelle specie più rare che potrebbero offrire speciale importanza.

Il seguente Prospetto, che dà i principali caratteri delle polveri atmosferiche viventi raccolte dall'aria libera nell'interno delle case e dentro le fogne, si deve al Miquel.

PROSPETTO N.º 12.

Organismi viventi dell'aria atmosferica. — (MIQUEL).

RACCOLTA			Spore crittogamiche		Polline
			giovani	vecchie	
Aria libera	Estate	Tempo umido	numerose	rare	frequente
		Tempo asciutto	rare	frequenti	frequente
	Inverno	Tempo umido	rare	rare	mancante
		Tempo asciutto	mancanti	frequenti	molto raro
Aria delle case e degli spedali			molto rare	frequenti	molto raro
Aria delle fogne			numerose	rare	mancante

(1) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1880, p. 400.

Il Klebs ed il Tommasi-Crudeli (1) riportano alcuni esperimenti eseguiti col loro ventilatore a propulsione, sull'aria di Roma e su quella della Campagna romana ove domina la Malaria. In una prima esperienza fatta nell'Aprile sulla cima del Viminale a Roma, trovarono una gran quantità di polvere di carbone, delle polveri silicee e di pozzolana, un granulo di amido ed una spora di ifomiceto, ciò che fa dire agli Autori, anche per altre prove fatte, « che la massa delle spore che si trovano nell'aria sia molto minore di quella che generalmente si crede ; almeno quando si osserva l'aria presa a qualche metro al di sopra del suolo o nei piani superiori delle case (2) ». I saggi di aria della Campagna romana furono scelti più precisamente sopra un terreno coperto da vegetazione in Ninfa; in un terreno paludoso ai Tre Ponti, in prossimità del Lago di Tagliano; sulle sponde e al di sopra del Lago di Caprolace. La quantità di aria osservata nei singoli esperimenti fu presso a poco di 300 litri. La brevità del tempo e l'abbondanza del lavoro non permisero agli Autori di studiare tutto il materiale raccolto, e le indagini si limitarono ai due saggi presi a Ninfa ed al Lago di Tagliano. Le materie raccolte sulle lastre di vetro glicerinate furono sottoposte a cultura, ed in queste si appalesò la presenza del *Bacillus malariae,* o come dicono gli autori, la presenza *di corpicciola i quali dopo essersi moltiplicati nell'orina, l'avevano resa atta a produrre degli accessi di febbre intermittente negli animali infettati con essa* (3).

Il Fodor (4) studiando nell'aria di Budapest le proporzioni relative fra i Bacteri e le Muffe, trovò in 571 esperimenti, assenza completa di ogni organismo 33 volte; assenza di Bacteri 91 volte; presenza di Bacteri 480 volte; presenza di Muffe 126 volte. Secondo il Fodor la cifra dei Bacteri sarebbe dunque molto superiore a quella delle Muffe, avendosi fra queste e quelli il rapporto di 1 a 3,80.

Secondo il Miquel invece il numero dei Bacteri sarebbe sempre minore di quello delle spore crittogamiche. Egli avrebbe constatato anche che gli ovuli dell'infusori sono sempre grandemente scarsi, non trovandosene in media che 1 o 2 in 10 metri cubi di aria, perduti in mezzo a numero straordinario di crittogame (14,000 a 16,000 per 1 m. c.), ed a Bacteri la cui cifra media può calcolarsi a 400 per ogni metro cubo di aria.

La questione della distribuzione e del numero totale dei germi dell'aria a seconda delle varie condizioni atmosferiche, e più specialmente in relazione all'altitudine, è stata soggetto di numerose indagini.

Fu primo il Pasteur che nel 1860 eseguì sul Giura e sul Montanvert alcune interessanti esperienze sulla quantità dei germi delle alte regioni atmosferiche. I resultati che egli ottenne furono i seguenti:

1.° Sopra 20 palloni di aria della campagna, 8 mostrarono delle produzioni organizzate.

(1) *Klebs* e *Tommasi-Crudeli.* Studii sulla natura della Malaria. Roma, 1879, p. 25.
(2) *Klebs* e *Tommasi-Crudeli.* Loc. cit., p. 26.
(3) *Klebs* e *Tommasi-Crudeli.* Loc. cit., p. 38.
(4) *Fodor.* Loc. cit., p. 117.

2.° Sopra 20 palloni aperti sul Giura, 5 dettero la presenza di germi.

3.° Sopra 20 palloni aperti sul Montanvert, uno solo mostrò segni di alterazione.

Più tardi, cioè nel 1863, il Pouchet, il Joly ed il Musset ripeterono le esperienze del Pasteur sulla Rècluse, ai piedi della Maledetta (Pirenei) a 2083^m e a 3000^m sul livello del mare. Gli 8 palloni messi in esperienza si alterarono tutti. A queste prove fatte con lo scopo di dimostrare la generazione spontanea andando a prender l' aria a tali altezze dove quelli esperimentatori giudicavano *a priori* che dovesse essere perfettamente pura, si potrebbe obiettare che i liquidi messi in esperienza portavano in loro stessi i germi della alterazione, in quanto che non erano stati scaldati che a soli 100°.

Ultimamente il Tyndall volle ripetere sul ghiacciaio di Aletsch, a 2300^m, uguali esperimenti, aprendo a quella elevazione 17 palloni contenenti infusioni organiche di varia natura, e che restarono tutte inalterate; mentre di 23 palloni aperti in un fienile, 21 dettero segni di vita. L' assenza totale di germi incontrata dal Tyndall su l' Aletsch, potrebbe spiegarsi con la quantità troppo piccola di aria introdotta nei palloncini, i quali, tutti sommati, potevano avere una capacità di mezzo litro.

L' Yung di Ginevra istituiva una serie di esperimenti sull' aria della valle del Rodano, su quella del lago di Ginevra e delle Alpi. Alle conclusioni a cui giunge l' Yung, che cioè l' aria della Svizzera sarebbe molto ma molto più ricca di germi di quella analizzata dal Miquel nel parco di Montsouris, compreso nella cinta di Parigi, si potrebbe obiettare che la frequente alterazione dei liquidi da lui posti in prova, molto probabilmente si doveva ai germi preesistenti nella infusione, e che egli non giunse ad uccidere col metodo preferito, cioè col saldare i palloncini in piena ebullizione. Vedremo più tardi gli inconvenienti che può avere tal metodo.

Il Giacosa (1) in una sua Memoria rende conto di alcuni studii da lui eseguiti nell'Agosto del 1882 sui germi dell' aria delle Alpi, sul Monte Marzo (2756^m) e sull'Alpe dell' Oche, fatti a confronto con l'aria di due luoghi della pianura, cioè nei villaggi di Colleretto Perella e di Samone allo sbocco della Valle di Chiusella. Le conclusioni che il Giacosa trae da questi esperimenti, sono che i germi esistono nell' aria all' altezza di 2756^m in quantità minore che nella pianura. Tutti i tubi che ricevettero l' aria della pianura si alterarono per presenza di Micrococchi e di Bacteri. Al Monte Marzo si ebbe ugual proporzione fra i tubi infetti e gli illesi; all' Alpe dell' Oche, fu chiarita l' alterazione di 1 sol tubo su 13. In tutti i tubi alterati del Monte Marzo si ebbero germi di lieviti (Saccaromices, Torula, ecc.); quelli dell' Alpe delle Oche ne mostrarono solo in uno o due casi. In nessun tubo fu veduto forma da attribuirsi ad organismi animali.

In questi ultimi anni il Freudenreich (2) usando di un metodo molto più preciso (3) ha istituito delle osservazioni sull' aria dei monti della Sviz-

(1) *Giacosa.* Rivista di Chim. Medica, 1883, p. 41, e Arch. ital. di Biol., t. III, fasc. II.

(2) Ann. de l'Obs. de Montsouris, 1884, p. 553 e Semaine Medicale, 1884.

(3) Vedi Parte IV. Libro II. Cap. V. B. 2, Apparecchi a tamponi filtranti.

zera e dei pressi del lago di Thoune. Dalle predette esperienze resulta che l' aria delle grandi altezze è di una purezza straordinaria, inquantochè a un' altitudine di 2000 a 4000 metri non fu raccolto nessun germe, sperimentando su 10 m. c. di aria. Quando parleremo più specialmente dei Bacteri, vedremo i resultati degli esperimenti di questo Autore, ma intanto può dirsi che l' aria dei monti è molto più pura di quello che resultava dai lavori antecedenti del Pasteur, dell' Yung e del Giacosa.

Era supponibile che l' aria del mare dovesse esser molto più povera di germi di quella dei continenti, ma fino a questi ultimi tempi non si possedevano indagini speciali da confermare questa supposizione. Per colmare questa lacuna io mi proponeva in quest' anno di eseguire una serie di esperienze sul mare dell' Arcipelago Toscano, ed era appunto per intraprendere tali osservazioni, ed altre ancora sui diversi componenti dell'atmosfera, che avevo immaginato e fatto costruire lo speciale apparecchio di aspirazione che si troverà descritto nella IV Parte, e già reso di pubblica ragione nel giornale *La Natura* (1). Vedo adesso con piacere che questa lacuna è stata in parte colmata dal comandante Moreau (2) il quale in due viaggi a traverso l'Atlantico, e tre nel Mediterraneo ha fatto diverse raccolte del pulviscolo dell'aria marina, che sono state poi esaminate dal Miquel all' Osservatorio di Montsouris. Riserbandomi a parlare più estesamente dei resultati avuti dal Moreau, nel trattare gli argomenti speciali delle spore delle muffe e dei germi dei Bacteri, mi limiterò qui a riepilogare le conclusioni generali a cui scendono il Moreau ed il Miquel in seguito ai loro studii.

1.° L' aria del mare raccolta a grande distanza dalla terra, o sulle coste quando spira il vento dal largo, è in uno stato di purezza quasi perfetta.

2.° In vicinanza dei continenti, i venti che spirano dalla terra, cacciano innanzi a loro un' atmosfera sempre impura; ma questa impurità scompare a circa 100 chilometri dalla costa, e per conseguenza spetta al mare un vero ufficio purificatore.

3.° Le atmosfere marine spinte sulla terra purificano l'aria delle regioni che attraversano, e questa purificazione giunge a farsi sentire fino a Parigi.

4.° In tempi normali il mare non cede all'aria i Bacteri che contiene, tuttavia quando il mare è burrascoso, l'aria marina può caricarsi di Bacteri ma sempre in deboli proporzioni.

5.° L' atmosfere confinate dell' interno dei bastimenti sono sempre cariche di Microbi in quantità incomparabilmente maggiore di quella dell' aria libera marina, ma la purezza di questi spazi chiusi aumenta nei primi giorni di viaggio, poi si stabilisce un equilibrio fra la purezza che deriva dalla ventilazione, e l' infezione che proviene dalla vita di bordo.

Come resulta dal fin qui detto, e come potrebbe apparire da altre os-

---

(1) *Roster Giorgio.* Analisi dell' aria. Nuovi apparecchi di aspirazione. (*La Natura,* N.° 57, 25 genn. 1885, p. 49).

(2) Ann. d. l' Obs. d. Montsouris 1885, p. 514.

servazioni che si debbono al Cunningham, al Maddox ed al Tyndall, la proporzione degli organismi dell' atmosfera è ben variabile, e se da taluni è ammessa con eccessiva larghezza, da altri invece è affermata con soverchia parsimonia. Le discordanze che esistono fra i diversi autori relativamente al numero dei germi atmosferici, si spiegano in parte con l'azione incessante di quelle influenze atmosferiche o telluriche, locali o generali, che regolano la proporzione totale di questi microrganismi. Di tali influenze parleremo a lungo trattando delle spore crittogamiche e dei germi dei Bacteri; ma intanto diremo, che queste cause debbono agire in modo diverso e con intensità diversa, in ragione delle varie condizioni topografiche del luogo in cui si esperimenta. Nè va taciuto che il modo differente di esperimentare e la perfezione dei metodi a cui si dà la preferenza, influisce grandemente sui resultati numerici che si ottengono.

Qualunque però sieno le divergenze sul numero dei germi atmosferici in un dato volume di aria, resta ampiamente dimostrato che l'atmosfera è sempre carica di corpuscoli organizzati, rappresentati da grani di Polline, da rari ovuli d'Infusori, da molte spore di Muffe e da molti germi di Bacteri.

Detto in tal modo delle cose generali che si riferivano alla presenza dei germi nell'aria, passiamo allo studio speciale di ciascuno di essi, seguendo la divisione da noi precedentemente tracciata.

CAPITOLO III.

Infusori, Polline e Piante Crittogamiche complete sospese nell'aria.

1.° — *Infusori.*

La presenza degli infusori e delle loro uova nel pulviscolo atmosferico è più rara di quello che sia stato creduto e scritto. Il Pouchet (1), il Cunningham (2), il Robin (3) ed il Miquel (4), hanno tutti constatato raramente nell'aria la presenza di questi organismi animali, che al contrario abbondano straordinariamente in ogni pozza d'acqua, nei fossi, negli stagni, nei fiumi e nelle melme umide. Anche il Fodor (5) dice rarissimi gl' infusori nell'aria, e soggiunge che solo talvolta ebbe a incontrare alcune forme di *Enchelys,* e di *Monas.* Il Giacosa (6) non potè verificare forme appartenenti con cer-

(1) *Pouchet.* Traité de la génération spontanée. 1859.
(2) *Cunningham.* Examination of the air. Calcutta, 1873.
(3) *Robin.* Traité du microscope. Paris, 1877.
(4) *Miquel.* Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris, 1883, pag. 27.
(5) *Fodor.* Loc. cit., pag. 115.
(6) *Giacosa.* Loc. cit., pag. 43.

tezza ad organismi animali nel pulviscolo raccolto sulle vette delle Alpi. Fra i rarissimi infusori trovati dal Miquel figuravano principalmente i Rotiferi e i gusci di Ciclopi; e fra le uova quelle delle specie le più piccole (Monadi e Amebe).

A porre in evidenza le uova degli infusori è quasi sempre necessario ricorrere ai metodi di cultura, cioè stemperare in acqua precedentemente bollita, i tamponi di amianto che han servito a trattenere le polveri di 30 e 40 metri cubi di aria. Operando così, dopo un certo tempo, fra mezzo a numerose alghe verdi ed a svariate vegetazioni crittogamiche, il Miquel riuscì a porre in evidenza qualche infusorio Ciliato e più raramente qualche Rotifero.

Un altro mezzo che può servire a dimostrare che nell'aria esistono uova d'infusori, è quello di raccogliere $15^{c.c.}$ a $20^{c.c.}$ di acqua di pioggia in un recipiente reso sterile in precedenza. Dopo qualche settimana, nella maggior parte dei casi l'acqua fa vedere degli infusori propriamente detti in mezzo a vegetazioni di Mucedinee. Un fatto che si verifica esaminando gli infusori nati in tal modo nelle acque piovane, è che la specie animale sviluppatasi in questi acquari minuscoli, è sempre pura e costituita da individui della stessa famiglia, cioè che accade l'opposto di quello che si vede esaminando acque terrestri o infusioni organiche, dove pullulano insieme riuniti i più numerosi e svariati individui. Le specie che è più facile veder nascere nelle acque di pioggia sarebbero i *Protei,* le *Monadi,* le *Cercomonadi,* e i *Rizopodi* (Miquel e Sanderson). Fra i più numerosi sarebbero quelli che l'Ehrenberg ha distinto col nome *Monas lens,* e le *Amebe.*

Dunque nell'aria sono rari gl'infusori e le loro uova, ma molto più rari i primi delle seconde.

2.° — *Polline.*

I granuli di Polline abbondano in particolar modo nell'aria della campagna. Essi si presentano in forma di otricoli circolari, rivestiti da una o più membrane fra loro ben distinte, con o senza bocche dalle quali dovrebbe fare ernia il budello carico di fovilla. Se il più spesso il Polline si mostra con aspetto di granuli sferici, non è raro vederlo di forma ovoide, ellissoide, piramidata, cubica, renale ecc. La membrana esterna del Polline è talvolta traforata da fittissimi opercoli, ora invece ravvolta in strette ed eleganti maglie, ora ricoperta di peli. Il colore dei granuli pollinici può essere giallastro, bruno, verdastro, azzurro-verdastro, giallo, ranciato; raramente il Polline è incoloro. Tutti questi caratteri aggiunti alle dimensioni che sono proprie dei granuli pollinici, servono a fargli distinguere facilmente al microscopio.

La figura 3 della Tav. I riproduce alcune delle forme più abituali del Polline.

Il Polline è sempre abbondante nell'aria libera, ma in grazia della sua tenuità penetra anche nelle atmosfere confinate delle nostre abitazioni. La

sua quantità varia, come è naturale, a seconda delle stagioni. Abbondantissimo nella primavera e nell'estate, diminuisce nell'autunno e tende a sparire nell'inverno; ma non del tutto, perchè granuli di Polline si trovano sospesi nell'aria anche in questa stagione. In tal caso nei nostri climi si tratta sempre di Polline vecchio.

L'abbondanza, la scarsità o la mancanza assoluta del Polline, poste d'accordo con la presenza di altri elementi concomitanti, può servire a trarre un giudizio sulla provenienza di una data polvere atmosferica. Una raccolta aeroscopica priva di Polline, e ricca invece di spore crittogamiche, non può essere stata fatta all'aria libera, ma questo carattere appartiene al pulviscolo dell'aria delle fogne (Miquel). Rarità di Polline, accompagnata da povertà di spore crittogamiche, potrà essere la caratteristica del pulviscolo della stagione invernale; il fatto inverso potrà denotare che la raccolta ebbe luogo nella primavera o al principio della estate.

3.° — *Piante crittogamiche complete.*

Mentre le Zigospore delle crittogame sono abbondanti nell'aria, è raro trovarvi delle piante crittogamiche già sviluppate e complete. È più facile invece scoprirvi i frammenti di queste piante. I vegetali completi che per eccezione si trovano sospesi nell'aria, appartengono alle Alghe verdi, alle Conidie, ai Lieviti; i frammenti sono porzioni di Confervoidi. I Protococchi ed i Clorococchi sono i più frequenti, perchè è dato raccoglierne qualche specie anche nelle polveri di 1000 litri di aria. Rarissime sarebbero poi le Diatomee e le Desmidie.

CAPITOLO IV.

Spore crittogamiche dell'aria.

Sono queste le Zigospore di crittogame, capaci di dar luogo ad una muffa, ad un alga, ad un lichene perfettamente determinati.

Fra tutte le spore crittogamiche sospese nell'atmosfera, le più abbondanti sono certo quelle della grande classe dei Funghi (1), rare molto quelle dei Muschi, rarissime quelle delle Alghe.

---

(1) Il Payer divide la classe dei funghi in cinque ordini che sono:

1.° Le *Arthrosporee*, nelle quali diversi articoli di un filamento si distaccano per formare altrettante spore distinte.

2.° Le *Trichosporee*, in cui l'ultimo articolo di un filamento si separa solo per formare una spora.

3.° Le *Techasporee*, nelle quali le spore si formano nell'interno di un otricolo speciale, che si è distinto col nome di *teca*.

4.° Le *Basidiosporee*, nelle quali quattro piccole prominenze appariscono sull'otricolo chiamato *basidio*; queste prominenze si allungano, si strozzano e formano altrettante spore.

5.° Le *Myxosporee*, nelle quali le spore nascono in mezzo ad una mucillaggine che poi col tempo si secca.

Un *micelio* composto di filamenti biancastri, i quali intrecciandosi fra loro formano una specie di feltro nel mezzo della sostanza su cui si sviluppano; altri filamenti che s'inalzano da questo micelio, simiglianti a globi, a clave, a mitre, a coppe, a rami di corallo, e che portano al loro apice o nel loro interno gli organi riproduttori, tale è l'organizzazione generale dei funghi. I funghi che forniscono all'aria le loro spore, appartengono alle specie le più piccole e microscopiche, e furono per ciò distinti col nome di *Micromiceti.*

Le spore dei funghi, che sono le cellule destinate alla riproduzione, resultano da un protoplasma e da una membrana involgente. Il protoplasma ora è granuloso, ora omogeneo; con o senza gocciole oleose, e in mezzo a questo generalmente si nota un nucleo distinto. La membrana esterna ora è semplice, ora doppia, con uno strato esterno (*episporio*) ed uno più interno (*endosporio*). L'episporio generalmente è colorato, più resistente, spesso rugoso e sparso di peli, di spine, di verruche; l'endosporio, quasi sempre scolorato, liscio ed omogeneo.

La forma più ordinaria delle fruttificazioni crittogamiche è la sferica, l'ovoide, la discoide, la fusiforme. Vengono quindi le forme elissoidi, quelle a falce, le allungate, le spiroidi, e per ultimo le forme composte che possono variare all'infinito. Nella figura 4 della Tav. I, ho riprodotto alcune di quelle spore crittogamiche che si riscontrano più abitualmente nell'atmosfera.

Il colore di queste fruttificazioni è variabilissimo, essendovene delle incolore, delle gialle, delle rosse, delle verdi con tutte le gradazioni, e delle brune. Il più spesso mancano di peli o di appendici, ma accade anche che ne siano provviste, ciò che costituisce un punto di somiglianza con i granuli di polline.

Le spore crittogamiche presentano una resistenza non comune agli agenti esterni, e non di rado si mantengono indifferenti alle alte e basse temperature. Narra il Polotebnow di aver veduto svilupparsi i filamenti normali del micelio da spore di *Penicillium,* dopo averle fatte bollire per uno o due minuti. Altre esperienze del Pouchet (1) dimostrano che l'ebullizione può esser protratta anche per molte ore di seguito, senza che queste fruttificazioni perdano la proprietà di germogliare.

Quando la spora di un Micromiceto è posta in un ambiente adatto al suo germogliamento, cominciano a spuntare da essa uno o due getti, i quali alla lor volta per lo sviluppo di nuove cellule ne mandano altri, e così di seguito fino a formare un intreccio di filamenti (*Ifi*) che si moltiplicano, si estendono, e inviano prolungamenti in tutta la sostanza che serve loro di terreno. Il complesso degli Ifi costituisce il *Micelio,* destinato ad assorbire e modificare i materiali necessari alla nutrizione del fungo. Gli Ifi si distinguono in fruttiferi e in quelli proprî del Micelio, e tutti insieme costituiscono il corpo del Micromiceto, o quello che si chiama *Thallus.*

Le spore dei Micromiceti si producono in organi o parti molto diversi.

---

(1) *Pouchet.* Compt. rend. Ac. Sc., t. LXIII, pag. 939, 1866.

Il modo più semplice di generazione delle spore, è quello che accade per mezzo degli Ifi fruttiferi. Gli Ifi si inalzano dal Micelio risolvendosi alla loro estremità in rami primari e secondari. È dalle cellule allungate di questi ultimi, chiamate dal Leivellé *Basidi* o *Sterigmi*, che per divisione gemmifera si originano le spore. Non sempre però le cose succedono esattamente in questo modo, ma talvolta gli Ifi fruttiferi finiscono con un rigonfiamento o con una dilatazione sulla quale si sviluppano i Basidi, che producono spore disposte a catenella. Altra volta i Basidi si sviluppano dalle cellule o filamenti stessi formanti il Micelio, oppure come accade in famiglie speciali di Micromiceti, gli Ifi fruttiferi subiscono una dilatazione cistica o vessicolare (*Sporangi*), entro cui per scissione si originano le spore.

Un secondo modo di generazione delle spore è quello che accade per *Asci* (*Ascus*), ossia otricelli, variabili per forma e più o meno allungati, ripieni in antecedenza di un protoplasma granuloso, nel quale si formano le spore per generazione libera.

Finalmente l'ultimo modo di fruttificazione dei Micromiceti è quello che accade per la formazione del così detto *Peritecio, Concettacolo* o *Pirenio,* che è un organo di forma globosa come un fiasco od una brocca, che presenta un'apertura esterna, da cui escono le spore già formate nel suo interno.

§ 1.° — *Specie diverse delle spore crittogamiche aeree.*

Fra tutti i corpuscoli organizzati dell'aria quelli forniti dai funghi microscopici, sono senza dubbio i più abbondanti; ma non sempre è facile dire in modo assoluto quali sieno le specie predominanti, e quale sia la loro frequenza relativa a seconda delle varie regioni; perocchè questi corpuscoli variano non solo da luogo a luogo, ma anche nel medesimo posto per dato e fatto delle molteplici influenze, delle quali più sotto diremo.

Il Maddox (1) incontrò nell'aria spore di Mucedinee di ogni forma, ma distinse più abbondanti le fruttificazioni semplici dei generi *Penicillium, Aspergillus, Coremium, Botrytis* e *Peronospora;* e le spore composte dei generi *Leptotricum, Trichothecium, Septonema, Cladotrichum, Alternaria, Septosporium, Ceratocladium* ecc.

Abbondanti del pari sono nell'aria le spore delle Torulacee. Vengono quindi per ordine di frequenza, le spore dei generi *Dactylium, Trichotecium* ed *Helicotrichum,* abbondantissime talvolta dopo le pioggie.

Frequenti si rinvengono i *Fusidium* ed i *Selenosporium* che è dato sorprendere in via di sviluppo coi loro miceli finiti in punta.

Il Miquel (2) nell'aria di Parigi trovò frequenti le fruttificazioni dei generi *Hyterographium, Myriangium, Pestolozzia, Sporocadus, Fusidium, Brachycladium, Fusoma, Helicotrichum, Sphoeria* ecc., più raramente le

(1) *Maddox.* The monthly microscopical Journal.
(2) *Miquel.* Ann. de l'Obs. de Montsouris 1884, pag. 462.

fruttificazioni dei *Gonatobotrys,* degli *Arthrobotrys,* degli *Uredo,* dei *Dactylium,* e pochissime volte quelle del genere *Isaria.*

Il Fodor (1) afferma che dopo i Bacteri, le spore crittogamiche sono i corpuscoli organizzati più frequenti nell'aria. Fra i generi più comuni accenna l'*Aspergillus* e il *Penicillium.* Più rari per lui sono i generi *Botrytis, Monilia,* la *Fusaria herbarum,* il *Verticillium crassum,* il *Verticillium ruberrimum,* lo *Stemphilium pyriforme,* e l'*Oidium.*

Insieme ai generi rammentati non è raro osservare abbondanti anche le spore dei Licheni, delle Borraccine e di tutte quelle crittogame che per deiscenza danno delle fruttificazioni microscopiche.

Molto raro è trovare nell'aria le spore di quelle piante che vivono sommerse nell'acqua. Tuttavia il Miquel ha veduto alcuna volta le spore di qualche Chlorosporea del genere *Protococcus, Chlorococcum* e *Palmella.* Rarissime sempre quelle dei generi *Volvox* e *Spirulina,* e delle *Conferve* (2).

La provenienza delle spore crittogamiche aeree, deve ritenersi quasi esclusivamente dalle crittogame che vegetano alla superficie del suolo, e che abbandonano le loro fruttificazioni in balia dell'aria, sotto l'azione degli attriti che soffre il terreno, e in seguito ai movimenti dell'atmosfera. Le crittogame che vegetano nelle acque non è facile, per le condizioni speciali in cui si trovano, che cedano le loro spore all'aria, tanto è vero che l'osservazione diretta le dimostra rarissime, e come eccezione, nel pulviscolo atmosferico.

§ 2.° — *Quantità delle spore crittogamiche aeree.*

Secondo alcuni il numero delle spore crittogamiche sospese nell'atmosfera sarebbe di gran lunga superiore a quello dei Bacteri; per altri invece le Muffe sarebbero sempre e in ogni stagione in quantità minore rapporto a quelli. Anche sulla proporzione assoluta delle spore crittogamiche esistono non poche divergenze, le quali vengono spiegate in parte con le diverse condizioni topografiche dei luoghi dove fu sperimentato, e in parte con le influenze atmosferiche generali a cui sono sottoposti questi corpuscoli, non che ai diversi modi di osservazione e di raccolta che furono preferiti.

Il Fodor analizzando l'aria di Budapest non interrottamente per tredici mesi, ha trovato che la proporzione fra le Muffe ed i Bacteri è di 1 a 3,80.

Interessanti sono i resultati ottenuti dal Miquel sull'aria del Parco di Montsouris, presa a $1^m,50$ dal suolo e analizzata giorno per giorno dal 1879 al 1884, come fa vedere il seguente prospetto:

(1) *Fodor.* Loc. cit., pag. 112.
(2) *Miquel.* Ann. de l'Obs. de Montsouris, 1879, pag. 462.

PROSPETTO N.° 13.

Quantità media annua delle spore crittogamiche nell'aria del Parco di Montsouris (Miquel).

Anni	Spore sopra 1m. c. di aria	Temperatura media	Altezza della pioggia
1879.	14,900	8°,7	533mm
1880.	15,600	11,1	488
1881.	12,300	10,2	521
1882.	14,000	10,9	585
Medie . .	14,200	10°,2	532mm

Dalle quali cifre si deduce che la media annua delle spore crittogamiche dell'aria libera sarebbe di 14,200 sopra 1mc. di aria (1).

Dall'esame del precedente Prospetto, mentre apparisce che le medie annue nella quantità delle spore aeree è poco variabile, si potrebbe tuttavia concludere che essê divengono più abbondanti negli anni più caldi.

Ma se le variazioni annue non resultano di grande entità, non può dirsi altrettanto delle variazioni stagionali e mensili. È specialmente prendendo in esame il numero delle spore nelle diverse stagioni, che appariscono evidentissime queste differenze, come lo dimostra il seguente Prospetto.

PROSPETTO N.° 14.

Variazioni stagionali nella quantità delle spore crittogamiche. Medie di un quadriennio. — (Miquel).

Stagioni	Spore sopra 1 m. c. di aria	Temperature
Inverno.	6,600	4°,4
Primavera.	16,700	13,8
Estate	22,800	17,7
Autunno	10,800	7,1
Medie generali . . .	14,200	10°,7

(1) È da osservare che questa cifra deve essere inferiore alla realtà, in quanto che con i migliori e più perfetti aereoscopi non si giunge a raccogliere che tutt' al più i 2[3 del pulviscolo atmosferico, sfuggendo il terzo rimanente all'azione della lastra di vetro spalmata con la sostanza vischiosa.

Il Fodor (1) avrebbe notato le seguenti oscillazioni stagionali nella quantità delle muffe comparse in 100 giorni di osservazione sull' aria di Budapest.

PROSPETTO N.° 15.

Variazione nella quantità delle spore crittogamiche. a seconda delle stagioni. — (FODOR).

	Numero delle muffe
Inverno	31
Primavera	15
Estate	28
Autunno	52

Come si vede le osservazioni del Fodor non starebbero d' accordo con quelle del Miquel. Infatti per quest' ultimo, la quantità minima delle spore crittogamiche coinciderebbe con l' inverno, la massima con l' estate; per il Fodor invece si avrebbe la minima nella primavera e la massima nell' autunno. Le osservazioni del Miquel meritano però tutta la nostra attenzione, inquantochè sono il resultato di un lungo periodo di esperienza, e furono eseguite con tutta la esattezza che ripromettono i metodi prescelti dal Miquel per la raccolta e per la numerazione.

Altrettanto istruttive sono le cifre che rappresentano le variazioni mensili delle spore crittogamiche.

(1) *Fodor.* Loc. cit., p. 117.

PROSPETTO N.° 16.

Medie mensili nella quantità delle spore crittogamiche dell' aria del Parco di Montsouris. — (Miquel)

Sopra 1m. c. di aria.

MESI	1879	1880	1881	1882	Medie	
					Spore	Temperature
Gennaio	6,600	6,200	8,100	7,800	7,200	3°, 0
Febbraio	5,600	7,100	8,200	7,500	7,100	4, 3
Marzo	4,300	3,000	4,500	10,200	5,500	6, 6
Aprile	8,000	7,600	7,200	7,300	7,500	10, 6
Maggio	11,300	4,700	8,700	12,100	9,200	13, 4
Giugno	34,000	54,500	22,600	22,500	33,400	17, 1
Luglio	43,300	31,100	18,000	16,900	27,300	19, 1
Agosto	24,700	31,300	23,700	23,300	23,300	18, 6
Settembre	12,200	15,900	14,100	19,500	17,900	15, 7
Ottobre	11,800	14,400	12,500	23,100	15,500	11, 2
Novembre	9,600	5,600	9,500	12,100	9,200	6, 1
Dicembre	8,500	6,200	9,600	6,000	7,600	3. 1
Medie generali	14,900	15,600	12,300	14,000	14,200	10°, 7

Spore crittogamiche si trovano nell' aria anche a grandi altezze ed il Giacosa (1) che sperimentava a confronto su l'aria del Monte Marzo (2756m) e delle Alpi delle Oche, e su quella della pianura allo sbocco della Valle di Chiusella, conclude che i germi delle muffe più comuni (*Mucor, Penicillium, Septosporium*) sono altrettanto abbondanti sui monti che nel piano.

Le recenti indagini del comandante Moreau, eseguite nell' Atlantico e nel Mediterraneo, e già da noi citate parlando dei germi atmosferici in genere, sono le prime che forniscono un' idea sul numero delle spore crittogamiche dell' atmosfera che sovrasta al mare, tanto in prossimità delle coste quanto al largo.

In un primo viaggio, fatto da Bordeaux a Rio Janeiro nel Luglio del 1884, il Moreau raccolse otto saggi di aria, ora al largo, ora in vicinanza della costa. I resultati di tali esperienze furono che la prossimità dei continenti

(1) *Giacosa*. I germi dell'aria a grandi altezze (Riv. Chim. Med., 1883, p. 41).

e la presenza dei venti, faceva aumentare in modo sensibilissimo le spore dell'aria marina. Eliminando dalle osservazioni del Moreau il saggio di aria preso in vicinanza dell'Affrica e dell'isole Canarie, dove l'influenza della terra vicina si accusò in modo manifesto (1), si trova che in media l' aria libera dell'Oceano contiene 530 spore di crittogame (Muffe, Licheni, Alghe) per ogni metro cubo; cioè una quantità 30 volte minore di quella dell'aria di Parigi, la quale, per le esperienze del Miquel, ne conta in media 14,000.

In un secondo viaggio sull' Atlantico da Bordeaux a Montevideo (Luglio e Settembre 1884), il Moreau eseguì 14 osservazioni sull'aria libera del mare, raccogliendo separatamente Bacteri e Muffe. Quest' ultime non si trovarono presenti che sole quattro volte, cioè in numero di una nella 1.ª esperienza a Rio della Plata, sopra 1636 litri di aria; di una nella 2.ª esperienza in alto mare, sopra a 1691 litri di aria; di tre nella 12.ª esperienza vicino alle coste del Portogallo, sopra 2469 litri di aria; e di una nella 13.ª esperienza nel golfo di Guascogna, sopra 2258 litri di aria.

Una terza serie di osservazioni sulle spore crittogamiche fu fatta dallo stesso Moreau nel Mediterraneo in un viaggio da Marsilia a Odessa (Marzo 1884). In queste indagini però egli si limitò a verificare la presenza di tali corpuscoli, senza tener conto delle loro proporzioni. Mentre nell' aria si notava assenza insolita di particelle minerali, ed erano rari i detriti di origine vegetale, raro l' amido e più numeroso di questo il polline, le spore delle muffe si appalesarono relativamente frequenti.

§ 3.° — *Cause delle variazioni delle spore crittogamiche aeree.*

Le cause che concorrono alle oscillazioni del numero delle spore crittogamiche possono distinguersi in generali e particolari. Le prime, che si ripetono con le stagioni, sono il caldo e il freddo; le seconde legate a condizioni atmosferiche transitorie, sono lo stato igrometrico, le pioggie ed i venti.

Volgendo uno sguardo ai Prospetti N.° 14 e N.° 16 è facile accorgersi che le stagioni, e per conseguenza la temperatura, sono i primi fattori di tali variazioni. Il numero delle spore, che può dirsi stazionario con le basse temperature dell' inverno, comincia ad elevarsi per gradi nell'Aprile, raggiunge il massimo nel Giugno e Luglio, e va quindi lentamente decrescendo nell' autunno. Questa coincidenza, che si verifica in modo regolare e notevole, dimostra che la temperatura è il principale regolatore del numero delle spore crittogamiche.

Non bisogna però credere che le variazioni succedano sempre in modo così regolare, come lo dimostrano le cifre complessive dei Prospetti N.° 14 e N.° 16. Vi sono degli anni in cui l' influenza della temperatura viene disturbata da altre cause speciali, le quali talvolta agiscono altrettanto potentemente come il caldo e il freddo, voglio dire, lo stato di siccità o di umidità.

(1) Questa raccolta che ebbe luogo il 26 Ottobre a 30 chilom. dalla costa africana con vento che spirava dalla Senegambia, dette 3700 spore per 1 m. c. di aria.

Il Miquel qualche volta ha potuto verificare abbondanza maggiore di spore nella stagione temperata anzi che nella calda, come altra volta ha veduto una forte diminuzione coincidere con un inalzamento di temperatura. Così nel 1879, mentre nel Luglio con un calore medio di 16°, 2, il numero delle spore era salito a 43,290 in 1^mc.^ di aria, nel successivo Agosto con una temperatura di 18°, 7 il loro numero si riduceva a 24,710. Dunque lo stato igrometrico dell'aria e la presenza o mancanza di pioggia, può, indipendentemente dalla temperatura, essere la vera causa degli aumenti e delle diminuzioni delle spore aeree.

« In inverno, dice il Miquel, nei tempi freddi ed umidi, il numero delle fruttificazioni crittogamiche passa per un minimo; al contrario nei tempi asciutti l'atmosfera si arricchisce sensibilmente di vecchie spore, ciò che si spiega con la facilità grande che posseggono le correnti atmosferiche di sollevare dalla superficie del suolo e da quella degli oggetti, le particelle di ogni sorta e le vecchie spore che vi si trovano sparse. In estate durante i tempi umidi, le polveri minerali sono rare del pari, ma le spore crittogamiche si spandono da per tutto con estrema abbondanza. »

Il fatto che la massima quantità delle spore crittogamiche durante la stagione estiva, coincide colla umidità atmosferica e colla presenza della pioggia, si spiega facilmente sapendo quanto le spore delle muffe di ogni genere sieno avide di umidità, e come questa condizione, unitamente a una dolce temperatura, favorisca l'attività e la fruttificazione di questi vegetali inferiori.

Il Cunningham (1), da osservatore attento, aveva già notato il fatto che la pioggia non diminuiva le fruttificazioni crittogamiche dell'aria, al contrario di quello che avevano affermato alcuni autori, fra i quali il Samuelson, che cioè l'atmosfera dopo la pioggia diventava di una estrema purezza. L'osservazione del Samuelson è vera solamente se si esamina l'aria immediatamente dopo la pioggia, chè allora pochissime sono le spore crittogamiche, e nulle quasi le polveri minerali; ma qualora si esperimenti 15 o 18 ore dopo che l'acqua è caduta, le spore delle muffe vi appariscono 5 a 10 volte più abbondanti di quello che fossero per l'innanzi. Il primo effetto della pioggia è quello di purgare l'atmosfera del suo pulviscolo di qualunque natura esso sia; l'effetto successivo è di favorire invece una recrudescenza nel numero delle spore, e specialmente poi se all'umidità si aggiunga una dolce temperatura.

La notevole influenza che esercita la pioggia sul numero delle muffe, è anche dimostrata dalle osservazioni del Fodor. Secondo questo autore poi, la presenza di organismi di una certa forma, sembra collegata con certi tempi.

Anche i venti esercitano una azione ben sensibile sul numero delle spore. Questa influenza il vento l'esercita più per la sua direzione che per la sua forza. Quando durante l'inverno, il vento del Nord soffiava sul parco di Montsouris, le spore e le altre polveri inerti subivano un notevole aumento,

(1) *Cunningham*. Loc. cit.

anche se il terreno era ricoperto da neve, capace di proteggere le vegetazioni crittogamiche del suolo. Questo fatto apparentemente contradittorio, si spiega conoscendo la posizione del parco di Montsouris relativamente alla città di Parigi. Infatti i venti di tramontana arrivavano nel parco dopo avere attraversato Parigi per il suo maggior diametro, e durante il loro cammino si caricavano del pulviscolo accumulato sotto le tettoie ed i ripari posti al coperto della neve, o svolto nelle diverse operazioni che si compiono nella vita cittadina pubblica e privata. E che l'aumento delle spore crittogamiche e delle altre polveri concomitanti, fosse in questo caso dovuto alla vasta agglomerazione di abitanti posta sopra a vento a Montsouris, lo dimostra l'altro fatto, del pari constatato dal Miquel, che se il vento del Nord volgeva bruscamente al Sud, si aveva contemporaneamente la diminuzione delle spore, ad onta che sotto il vento caldo del Sud il disgelo avvenisse pronto, e ponesse allo scoperto tutte le vegetazioni crittogamiche del suolo, capaci di fornire all'aria le loro spore.

I fatti rammentati costituiscono il più bell'esempio del come le grandi agglomerazioni di abitanti abbiano speciale influenza a determinare la contaminazione dell'aria sovrastante e di quella delle regioni vicine.

Concludendo sulle influenze capaci di indurre le variazioni delle spore crittogamiche aeree, diremo che la temperatura è la causa principale di queste oscillazioni, ma che allato di essa esistono altri due agenti, l'umidità e la siccità, la cui azione si manifesta inversamente a seconda che intervengono nella stagione calda o nella fredda.

In quanto alle variazioni che esistono nei rapporti di numero fra le muffe ed i Bacteri, diremo che anche i singoli anni accennano a differenze, e al predominio delle une su gli altri e viceversa. Nel 1878 il Fodor notò le muffe relativamente rare nell'aria di Budapest, e frequentissimi i Bacteri, mentre nel 1879 si ebbe sovrabbondanza di muffe e povertà di Bacteri.

Il Miquel, che trovò fino a 200,000 muffe in 1$^{mc.}$ di aria nei tempi umidi, vide scendere questa cifra a 5000 e 4000 nei tempi asciutti; mentre i Bacteri che sparivano quasi nei tempi piovosi, aumentavano prontamente allorchè la stagione tornava a farsi asciutta. Se dunque la pioggia con la sua umidità favorisce la proliferazione delle muffe, nel medesimo tempo fissa agli oggetti e specialmente al suolo, le particelle estremamente tenui e sottili, come sono i Bacteri. Quando torna la siccità, manca uno degli elementi per lo sviluppo delle muffe, mentre favorisce l'attrito del suolo, e il distacco da questo dei Bacteri; per cui può dirsi che al massimo delle muffe, corrisponda il minimo dei Bacteri, e viceversa.

CAPITOLO V.

Dei Bacteri in generale.

Art. 1.° — Natura ed origine dei Bacteri.

Fra tutti i microrganismi dell' aria quelli a cui è stata concessa maggiore importanza, perchè si riterrebbero i più pericolosi, e capaci anche di ingenerare malattie epidemiche e contagiose, sono i Bacteri. Questi organismi si rinvengono non solo nell' aria, ma sono più abbondanti che mai nelle acque e nel suolo, e si trovano anche in alcuni liquidi e tessuti viventi.

I nomi di Schizofiti, Schizomiceti, Saprofiti, Microfiti, Vibrionidi, Bacteridi, Bacteri, Microbi sono stati usati a più riprese dai vari autori per designare il complesso di quelle specie inferiori che segnano il primo gradino nella serie vegetale. Non da tutti però questi nomi furono adoperati a indicare esattamente i medesimi esseri, perchè non tutti si son trovati d'accordo nel segnare i limiti precisi che dovevano circoscrivere l' ordinamento sistematico di questi microrganismi. Alcuni infatti restrinsero l' appellativo di Schizofiti, di Schizomiceti, di Bacteri a quei vegetali crittogamici che si moltiplicano per scissione, ma che mancano di clorofilla; altri invece intesero con questo di distinguere tutte quelle specie a cui è proprio tal modo di riproduzione, sieno o no provviste di clorofilla. Altri infine, erroneamente, applicarono quei nomi e quello di Microbi, a qualunque organismo vegetale microscopico.

Nel presente libro noi adotteremo a preferenza il nome di Bacteriacee, o più spesso semplicemente quello di Bacteri, intendendo con questo di designare quegli *organismi di forma cellulare* (ovoide, bacillare, ecc.) *privi di clorofilla, che si moltiplicano a preferenza per scissione, ma qualche volta anche con spore,* e che per la loro semplicità di forma, e per la loro estrema piccolezza, rappresentano il primo termine della serie crittogamica inferiore. Nelle Bacteriacee noi comprenderemo solamente i quattro gruppi (Sferobacteri, Microbacteri, Desmobacteri, Spirobacteri) che furono primitivamente indicati dal Cohn nella sua classificazione del 1872, non tenendo conto del successivo ampliamento che lo stesso Autore introdusse dipoi nella gran famiglia degli Schizofiti, riunendovi tutti quegli organismi che si moltiplicano per scissione, siano o no provvisti di clorofilla.

Non tutti però riconoscono la natura vegetale di questi esseri, perchè qualche autore continua tuttavia a riporli nel regno animale, chiamandoli a preferenza Vibrionidi, e qualificandoli colla definizione classica di animali

filiformi, estremamente sottili, senza organizzazione apprezzabile, sprovvisti di organi locomotori, e moventesi per effetto della contrattilità generale.

Nel 1859 il Davaine fu uno dei primi ad emettere l'opinione che i Vibrionidi, malgrado i loro movimenti, fossero dei veri vegetali al pari dei filamenti immobili, e che tutti dovessero riporsi nella medesima famiglia. Non staremo qui a ripetere gli argomenti che sono in favore della natura vegetale dei Bacteri; basti solo accennare che la mobilità, che era il carattere più saliente per far ritenere questi microrganismi come veri animali, è stata riscontrata in molte specie vegetali inferiori non dubbie. Le Diatomee offrono un distinto movimento di oscillazione, come si vede in alcuni Bacteri; le Oscillariacee ed in specie le Sulfurarie hanno, come i Vibrioni, un movimento ondulatorio; i moti circolari e così curiosi degli Spirilli, si ritrovano nelle Conferve del genere Spirulina del Kutzing, e finalmente in tutte queste Conferve, come nelle Bacteriacee, il moto progressivo ha luogo indifferentemente e spesso alternativamente da una o dall'altra estremità libera (1).

Se dunque i primi investigatori di questi esseri microscopici, come furono lo Spallanzani, il Bory de S.t Vincent, il Müller, il Dujardin, l'Ehrenberg, ammisero la loro natura animale, al giorno d'oggi la maggior parte degli autori concordano nel ritenere i Bacteri come veri e propri vegetali.

Origine dei Bacteri. — Molte e ben diverse sono le teorie poste innanzi a spiegare l'origine di questi microfiti. La maggior parte degli autori, quali il Bory, l'Hoffmann, il Cohn, il Robin, il Sanderson, l'Huxley, il Lister, ecc., attribuiscono loro un origine *omogenea*. Il Bastian invece, il Grimm, il Pouchet e qualcun altro hanno sostenuto la loro generazione eterogenea. Il Trecul ed il Béchamp hanno attribuito la formazione dei Bacteri alla *animalizzazione* delle sostanze plastiche, che il Fremy chiama *emi-organizzate*.

Esclusa pure la generazione spontanea, restano sempre in campo divergenze non piccole sulla origine dei Bacteri. Per alcuni essi nascono da un germe paragonabile all'uovo ed al seme degli animali e dei vegetali superiori; per altri non sarebbero che una secrezione delle volgari muffe; per altri infine le muffe al contrario deriverebbero dai Bacteri. Finalmente fra le opinioni che godono di un certo credito, v'è quella che attribuisce alle Bacteriacee la proprietà di trasformarsi e di plasmarsi a seconda dell'ambiente in specie multiple, e diventare per polimorfismo Bacteri, Bacteridi, Vibrioni o Fermenti.

Le grandi difficoltà che si incontrano talvolta a differenziare al microscopio questi microrganismi; i metodi di investigazione spesso imperfetti; la mancanza di precauzioni nello sperimentare, hanno condotto a interpretazioni erronee dei fatti osservati, e contribuirono non poco a fare ammettere la derivazione dei Bacteri dalle comuni muffe.

Il Karsten ed il Lüders furono di opinione che le Bacteriacee si producessero dalle spore delle muffe e dal contenuto dei miceli (Karsten). Il

---

(1) *Davaine*. Compt. Rend. Ac. Sc., 10 oct. 1864.

Burdon-Sanderson pare che fosse il primo a porre seriamente in dubbio questo legame fra muffe e Bacteri, che dopo di lui il Bory, l'Hoffmann ed il Billroth hanno recisamente negato.

Fra i partigiani più calorosi e convinti della teoria che i Bacteri non sono che forme di micromiceti più elevati, v'è l'Hallier, il quale afferma che per la cultura in substrati diversi, le forme più semplici delle Bacteriacee, come i Micrococchi, possono fornire non solo le diverse specie di fermenti, ma ancora il *Trichophytum,* l'*Oidium* e perfino i funghi più perfetti, come i *Penicillium,* gli *Aspergillus,* ecc. La teoria dell'Hallier implica un grado di polimorfismo, spinto non solo oltre quello che finora è stato rigorosamente dimostrato, ma direi quasi che rasenta la poesia. Vedremo in appresso, parlando della presenza dei Bacteri nelle diverse malattie infeziose, fino a qual punto l'Hallier si è lasciato trascinare dai suoi preconcetti e dalla sua immaginazione.

Le stesse cause di errore che avevano contribuito a far supporre che i progenitori dei Bacteri fossero le muffe o viceversa, fecero credere dall'altro lato alla mutabilità delle loro specie. La proprietà che hanno questi microfiti di svolgersi e moltiplicarsi differentemente in ambienti nutritivi diversi, di scegliere quelli che a loro sono più adatti, e di plasmarsi e accomodarsi a seconda del nutrimento a loro fornito, ha fatto credere alla possibilità del passaggio da una specie ad un'altra.

Quantunque vi sieno dei microbotanici valentissimi che ammettono nelle Bacteriacee le mutabilità della specie, tuttavia la maggior parte degli autori la negano recisamente, appoggiandosi non solo sui caratteri botanici, ma sopra numerose e diligenti osservazioni, che si riferiscono alle abitudini ed alle proprietà vitali di questi esseri.

Il Nägeli, l'Hoffmann, il Billroth, il Robin son tutti più o meno partigiani della mutabilità della specie, perchè tutti più o meno negano le molteplici forme che da altri si vorrebbero ritenere autonome, dichiarandole in quella vece semplici fasi di sviluppo di una o diverse specie. Però non tutti questi autori considerano le differenti forme di Bacteri sotto il medesimo aspetto

Il Nägeli è di opinione che tutti i Bacteri abbiano il medesimo organismo, e che la diversità loro nell'aspetto derivi da che le singole cellule globose, che formano la parte fondamentale del fungo, sono più piccole, e che crescendo formano delle cellule più grosse, le quali dopo scissione restano o separate o riunite in filze e catenelle. Il Nägeli però, mentre da un lato è convinto che i Bacteri non possono esser separati in generi ed in specie, basandosi per questa distinzione o sulle loro forme esteriori o sulla loro diversa azione come fermenti, e che perciò le divisioni che ne sono state fatte resultano per lui eccessive, dall'altro lato è costretto a confessare che non gli pare gran cosa possibile che tutti i Bacteri conosciuti costituiscono una sola ed unica specie naturale. Egli inclina piuttosto ad ammettere un piccolo numero di specie, che però, secondo lui, avrebbero poco a comune con quelle ammesse oggigiorno, e ritiene che ciascuna di queste specie passi a traverso

un ciclo di forme determinate abbastanza numerose. Ognuna delle specie vere dei Bacteri non si limiterebbe a presentarsi sotto forma di Micrococchi, di Bacteri, di Vibrioni, ecc., ma sarebbe anche l'agente della acidificazione del latte, della putrefazione, ed il fattore delle diverse malattie. Lo stesso Nägeli aggiunge poi esser necessario distinguere alcune forme, e notabilmente quelle del Micrococco, del Bacterio, del Vibrione e dello Spirillo, senza che con questo si debba perder di vista il fatto che gli organismi così classificati hanno una costituzione estremamente variabile, e possono passare continuamente da una forma ad un'altra (1).

L'opinione del Robin corrisponde molto da vicino a quella del Nägeli. Il Robin ammette che fra il *Micrococcus,* il *Bacterium,* il *Vibrio* ed il *Leptothrix* esista una relazione genetica, ma considera queste forme come fasi distinte e successive nella evoluzione delle diverse specie: 1.° Corpuscoli descritti sotto il nome di *Bacterium termo, B. punctum,* ecc., *Micrococcus;* 2.° Filamenti miceliali, *Vibrio,* ecc.; 3.° *Bacteria, Bacteridia, Microbacteria,* ecc.; 4° *Leptothrix* e forme più avanzate.

Il Billroth è anche più esclusivo del Nägeli e del Robin. Infatti secondo lui le Bacteriacee apparterrebbero ad una singola specie vegetale, la *Coccobacteria septica,* ad eccezione però dello *Spirillum* e della *Spirochaeta,* rispetto ai quali egli non vuole pronunziarsi (2). Queste idee del Billroth sono state adottate da alcuni microscopisti, e soprattutto da alcuni patologi, come il Frisch ed il Tiegel.

Dal lato opposto noi troviamo il Müller, l'Ehrenberg, il Dujardin, il Davaine e moltissimi altri, che hanno ammesso una distinzione in specie multiple delle numerose Bacteriacee da loro descritte, e solo il Davaine avanza qualche dubbio sul valore assoluto di alcune specie stabilite in quell'epoca.

Il Cohn, che in questa materia fa testo, ritiene le diverse forme di Bacteri come altrettante specie fra loro autonome e distinte, e rigetta assolutamente l'idea che possano derivare da una forma primaria. Se oggigiorno, egli dice, non è sempre facile nè possibile distinguere con certezza generi e specie, ciò deve solo attribuirsi alla imperfezione dei nostri mezzi di indagine. Anche il Fodor (3) è della medesima opinione, confortato in ciò dalle molte e pazienti osservazioni che ha fatto sui Bacteri dell'aria di Budapest.

Molti sono gli argomenti e le prove sperimentali che combattono la teoria della instabilità della specie nelle Bacteriacee. Il fatto che nel medesimo recipiente, nello stesso liquido nutritivo, e per conseguenza sotto le medesime ed identiche condizioni, si veggon nascere, svolgersi e moltiplicarsi le più svariate forme di Bacteri le une accanto alle altre, e che queste di-

---

(1) *Nägeli.* Die niederen Pilzen in ihren Beziehungen zu den Infectionskrankeiten und den Gesundheitpflege. München, 1877.

(2) *Billroth.* Untersuchungen über die Vegetationformen von *Coccobacteria septica.* Berlin 1874 e 1879.

(3) *Fodor.* Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. Braunschweig, 1881, pag. 102.

verse forme seminate e coltivate in altri liquidi si riproducono e crescono, mantenendo intatte le loro apparenze morfologiche e senza cambiare di proprietà vitali, è un valido argomento contro la trasformazione della specie.

I meravigliosi fatti di polimorfismo annunziati da taluno, e sostenuti con tanta convinzione in special modo dall' Hallier, possono facilmente spiegarsi colla presenza di germi esterni introdotti accidentalmente nelle culture, o preesistenti nei liquidi e negli apparecchi adoperati. Non so quanto i sostenitori del polimorfismo possano provare in modo assoluto di avere allontanato nei loro esperimenti questa causa, che è stata sorgente di tanti errori e di tante disillusioni.

L'unico cambiamento di forma veramente dimostrato, ed il solo che possa esser paragonato ad un polimorfismo, consiste nella trasformazione di spore in Bacteri, Bacteridi, Bacilli, Vibrioni ecc., e nel modo diverso di aggruppamento che assumono le cellule delle Bacteriacee, diventando ora zooglea, ora micoderma, ora leptothrix, ora torula. Varcare questi limiti sarebbe poco prudente, e altrettanto poco scientifico.

Negando noi la possibilità di questo attuale trasformismo, non intendiamo dire che tutte le forme di Bacteri oggigiorno conosciute, rappresentate e descritte dai vari autori, e che differiscono alquanto dalle loro congeneri, debbano formare delle specie a parte. È probabile che alcune forme che si sono annunziate come nuove e distinte, non rappresentino invece che alcune fasi di transizione; come altre non sieno che un diverso grado di sviluppo della medesima pianta.

Nulla è più difficile che constatare queste presunte metamorfosi in organismi così infinitamente piccoli e così semplici. Senza entrare nel dominio delle teorie del Lemark e del Darwin, si può dire che se tali metamorfosi avvennero in altri tempi, non è dato vederle riprodotte tutti i giorni e sotto i nostri occhi. Se esistono fatti che dimostrano che una data specie di Bacteri può in certe condizioni speciali mutare le sue proprietà vitali, perdere la sua virulenza e divenire innocua, la ragione, a parer mio, deve cercarsi in un altro ordine di mutamenti, che modificano le facoltà del suo organismo, ma che non cambiano i suoi caratteri botanici. Pur troppo però le molte incertezze che avvolgono questi esseri posti al limite del mondo percettibile, impediscono per adesso di formulare una teoria certa e indiscutibile, ma frattanto noi ammetteremo come provato che i Bacteri non traggono la loro origine dalle muffe, nè queste dal canto loro derivano da quelli; come resta per noi provato che i Bacteri possono venir distinti in specie separate e caratteristiche, capaci di esser coltivate senza che si trasformino in altre specie.

Art. 2.° — Morfologia dei Bacteri.

Struttura. — La struttura dei Bacteri sembra estremamente semplice. I più piccoli si riducono ad una cellula o ad un filamento con pareti, ma

senza contenuto visibile; i più voluminosi mostrano nell' interno una sostanza uniformemente sparsa in masse regolari, che rammenta l'analoga distribuzione dell'endocromo nelle alghe tubulose. Le Bacteriacee son formate soprattutto da una sostanza albuminoide che presenta reazioni speciali e che è stata descritta dal Nenki (1) col nome di *Micoproteina*. Questa sostanza si trova tanto nella membrana involgente, quanto nello strato gelatinoso che circonda il Bacterio.

Fu altravolta creduto che i Bacteri fossero costituiti da masse amorfe di protoplasma o da solidi bastoncelli, ma gli studi successivi, fra i quali vanno principalmente menzionati quelli dell' Hoffmann, dimostrarono che tali organismi hanno una vera struttura cellulare. L'esistenza di un involucro esterno o membrana cellulare non è però dimostrata che per via indiretta. I reagenti chimici danno la prova di questo involucro, che si colorisce coll'iodio, che non è distrutto nè dagli acidi, nè degli alcali, e che resiste alla putrefazione. Da questo lato dunque abbiamo una somiglianza colla membrana cellulosa delle cellule vegetali. Mentre il Cohn (2) assicura di esser riuscito a vedere al microscopio questa membrana coll' aiuto di potenti ingrandimenti, il Warming (3) non solo dice che ciò gli è stato sempre impossibile, ma aggiunge che il fatto della resistenza dei Bacteri agli acidi, agli alcali, alla putrefazione potrebbe essere il resultato di una particolare condizione del loro plasma, di natura molto più resistente di quello delle altre piante, anzichè la prova della membrana cellulare.

Il contenuto della cellula è una sostanza azotata incolora, molto più refrangente dell'acqua. Nelle specie più minute il contenuto, come abbiam detto, apparisce omogeneo, ma in quelle più grosse racchiude dei vacuoli, delle granulazioni e qualche volta diverse materie coloranti. L' Ehrenberg considera i granuli che si vedono nel protoplasma come vessicule stomatiche o ovuli. I granuli sono di due sorta; gli uni fortemente refrangenti, non circoscritti da alcun contorno, e son considerati dal Warming come masse più compatte o concentrazioni di protoplasma; gli altri, del pari fortemente refrangenti, ma circondati da un cerchio scuro, simiglianti ad una gocciola d'olio, e che appunto per questo furon creduti granuli grassosi. Gli studi recenti del Kramer, del Cohn e del Warming hanno provato che alcuni di tali granuli sono formati da solfo cristallino. I granuli di solfo sono stati osservati nel *Monas Okenii*, nel *Bacterium sulphuratum*, nell' *Ophidomonas* e in diverse specie di *Beggiatoa*, vegetanti nelle acque comuni, nelle acque putride ed in quelle minerali sulfuree.

In quanto alla presenza nei Bacteri di veri e propri cigli o flagelli, non tutti ugualmente l'ammettono, ed alcuni anzi nel definire i Bacteri li dicono *cellule non ciliate*. L' Ehrenberg vide e descrisse i cigli nel *Bacterium tri-*

(1) *Nenki*. Beitrage zur Biologie des Spaltpilze. Leipzig, 1880.

(2) *Cohn*. Untersuchungen über Bakterien (Beitr. z. Biol. d. Pfl. Bd. I, Heft. 2, p. 127, 1872. Bd. I, Heft. 3, p. 141, 1875. Bd. II, Heft. 2, p. 249, 1876).

(3) *Warming*. Om nagle ved Danmark Kyster lavende Bakterier. Copenhagen, 1876.

locular, e più recenti investigazioni farebbero credere che tutti i Bacteri ne sono provvisti, e che appunto a tali appendici si debbano i movimenti propri di questi microrganismi. Cigli ed appendici flagelliformi sono stati veduti nello *Spirillum volutans,* nello *S. undula,* nel *Vibrio rugula,* nella *Spiromonas Cohnii,* nel *Vibrio serpens* e in diverse specie di Bacilli. Il Dollinger (1) e il Drysdale (2) hanno descritti i flagelli del *Bacterium termo,* ed il Warming ne ha veduti in numero di due o tre ad una estremità dell'*Ophidomonas sanguinea,* dello *Spirillum volutans* var. *robustum* e del *Vibrio rugula.*

Forma. — Le forme che possono assumere le Bacteriacee sono ben diverse. Costituite da una cellula unica, questa prende ora la forma sferica o globosa, come nei Micrococchi; ora la cilindrica, come nei Bacteri; ora la filamentosa, come alcuni Bacilli, o la spirale come gli Spirilli e le Spirochaete.

Dimensioni. — Le dimensioni dei Bacteri oscillano fra limiti molto larghi, ma in tutti i modi per vederli bisogna sempre ricorrere al microscopio. Alcuni sono talmente minuti che per distinguerli occorrono i più forti ingrandimenti, e fra questi sono specialmente taluni Micrococchi. Ecco alcune dimensioni che appartengono a qualche specie di Bacteri.

PROSPETTO N.° 17.

Dimensioni di alcuni Bacteri.

	diametro		lunghezza	
Monas vinosa	da 0mm, 0005	a 0mm, 001	da 0mm, 003	a 0mm, 004
Bacterium termo . .	» 0, 0006	» 0, 0008	» 0, 002	» 0, 003
Vibrio lineola . . .	» 0, 0005	» 0, 001	» 0, 003	» 0, 008
Bacillus ulna	» 0, 0007	» 0, 001	» 0, 005	» 0, 008
Bacillus anthracis . .	» 0, 001	» 0, 002	» 0, 010	» 0, 050
Spirillum volutans . .	» 0, 007		» 0, 010	» 0, 040

Alcuni autori, non so con quanta ragione, hanno preso il carattere delle dimensioni per stabilire delle categorie fra le diverse Bacteriacee. Così l'Hoffmann le distingue secondo tre dimensioni, ed il Billroth fa tre gruppi per i Micrococchi, chiamandoli a seconda del loro volume, *micro, meso* e *megacoccus.* Anche il Klebs ha separato le *Microsporine* dai Micrococchi, non per altro che perchè le prime sono più piccole dei secondi.

Colore. — Fra i Bacteri se ne contano alcuni colorati. Questi, detti appunto cromogeni, possono distinguersi in due gruppi; nel primo si trovano

(1) *Dollinger.* On the Measurament of the Diameter of the Flagella of Bacterium termo (J. Roy Mic. Soc. Lond. I, 169, 2 pl. 1878).

(2) *Drysdale.* Ou the Existence of Flagella in Bacterium termo (Monthly micr. Journ. 1875).

quegli organismi riconosciuti anche per l'innanzi come tali, ma che allora non eran considerati come facenti parte dei Bacteri; nel secondo si comprendono i Bacteri propriamente detti, che assorbono la materia colorante dei vegetali o del substrato su cui vivono, come farebbero alcune specie osservate dal Seynes, che vegetano sul *Penicillium glaucum.*

Il Morren e l'Ehrenberg sono stati i primi a indicare i Bacteri cromogeni; vengon quindi gli studi del Ray-Lancaster, del Cohn, del Klein, e per ultimo quelli del Warming e del Giard. Fu il Cohn specialmente che insistette sulla presenza dei Bacteri globulari cromogeni, e ne descrisse varie specie. Questi Bacteri furon trovati a vegetare in diversi terreni, nelle acque del mare, nelle sorgenti solforose calde, nelle acque putride, sul pane, sulla carne, sul latte ecc. I colori più frequenti sono il rosso, il giallo, il ranciato, l'azzurro.

Modi di aggruppamento. — Non sempre le Bacteriacee si presentano in cellule libere ed isolate, ma bene spesso varii individui si riuniscono in serie lineari, in ammassi, in intrecciamenti. Quattro sono le forme principali che possono assumere i Bacteri nei loro aggruppamenti; cioè la forma di *catenella,* di *zooglœa,* di *micoderma* e di *sciame.*

La *forma di catenella* si produce per scissione dell'individuo. Se la catena resulta da granuli sferici, abbiamo più specialmente la *catenella torulacea;* se da articoli allungati o bastoncelli filiformi, la *catenella leptotrichea.* La differenza fra queste due varietà di aggruppamento sta in ciò, che nella forma torulacea gli individui son separati per costrizione, in quella leptotrichea, no. Le figure 1 e 2 della Tav. II riproducono la forma torulacea, e quella leptotrichea. Le cellule e gli articoli possono riunirsi due a due, oppure in serie di più individui. Il Billroth chiama i primi *Diplococchi o Diplobacteri* i secondi *Streptococchi o Streptobacteri.*

La *forma di zooglœa* si ha generalmente quando i Bacteri si sviluppano con molta rapidità, nel qual caso si vedono invischiati in una sostanza jalina, incolora, omogenea e mucillaginosa. Le figure 3, 4 e 5 della Tav. II, mostrano un Micrococco e due Bacteri, il *Bacterium termo* e il *B. lineola,* riuniti in zooglæa.

Se la sostanza muccosa della zooglæa sia il prodotto di una fermentazione determinata dai Bacteri, o una modificazione o gelatinificazione della membrana cellulare, oppure una secrezione del loro protoplasma, questo non sappiamo. Quello che par certo è che tale sostanza è una specie di atmosfera organica legata alla costituzione dei Bacteri, e più strettamente alla loro formazione, quantunque non preceda il loro apparire. Il Billroth chiama i Micrococchi ed i Bacteri riuniti in zooglæa, *Gliacocchi* e *Gliabacteri.*

La *forma di micoderma,* chiamata così dal Pasteur, potrebbe dirsi una specie di zooglæa formata alla superficie di un liquido con apparenza di pellicola o membranella, se non differisse dalla vera zooglæa per l'assenza della sostanza muccosa intermediaria. Il Billroth dà a questa forma il nome di *Petalococchi* e *Petalobacteri.* La fig. 6 della Tav. II riproduce la forma di micoderma.

La forma di *sciame* o intreccio si osserva principalmente nei Bacteri filamentosi e spirali che non si riuniscono in zooglæa, ma può anche notarsi in tutti i Bacteri, quando in grazia di un nutrimento abbondante, si moltiplicano con grande rapidità. La figura 7 della Tav. II, mostra l'aspetto di un aggruppamento di Bacteri in sciame.

Per ultimo alle quattro forme rammentate, che caratterizzano i modi differenti con cui si aggruppano le Bacteriacee, potrebbe aggiungersi l'altra di *precipitati* o *depositi pulverulenti,* che si verifica quando, mancando il nutrimento, precipitano al fondo del vaso. I Bacteri però che formano questi depositi non sono morti, ma rimangono in uno stato di letargia o di riposo temporaneo, e quando venga aggiunto al liquido nuova materia nutriente, essi riprendono sollecitamente la loro attività e seguitano a moltiplicarsi.(Cohn).

Art. 3.° — Classificazione dei Bacteri.

§ 1.° — *Ubicazione dei Bacteri nella serie vegetale.*

Qual'è la posizione sistematica dei Bacteri nella serie delle crittogame tallofite? Son essi alghe o funghi?

Il Davaine, il Rabenhorst, il Van Tieghem e qualcun altro, collocano i Bacteri nella famiglia delle alghe, e più particolarmente fra le Oscillariacee. Il Karsten, l'Eiden, l'Oesterd, il Saccardo, l'Ardissone e non pochi altri li referiscono ai funghi.

Noi sappiamo che il carattere distintivo fondamentale fra le due classi di crittogame, consiste nella presenza di clorofilla nelle alghe, e nella mancanza nei funghi. Ora siccome può dirsi che la massima parte delle specie bacteriane, appariscono prive di pigmento, dovendosi ritenere come eccezioni alcune specie di Bacteri tinte in verde (*Bacterium viride, Bacillus virens*), così sembra più ragionevole riporre questi microfiti piuttosto fra i funghi, anzichè fra le alghe.

§ 2. — *Classificazione sistematica dei generi e delle specie.*

Il Müller nel 1773 (1) fu il primo che imprese a determinare i caratteri generici e specifici dei così detti Vibrionidi, e ne tentò una classificazione. Più tardi il Bory de St. Vincent (2) apportò qualche riforma all'ordinamento del Müller, finchè l'Ehrenberg (3) nel 1838 stabilì su dei caratteri

(1) *Müller*. Animalia infusoria fluv. et marina, 1776.

(2) *Bory de St. Vincent*. Encyclopédie métodique 1824, e Dictionaire classique d'histoire naturelle, 1830.

(3) *Ehrenberg*. Infusoriens Thiere. Berlin, 1838.

omogenei la gran famiglia dei Vibrionidi, che divise nei generi *Bacterium*, *Vibrio* e *Spirillum*. Come si scorge, nella divisione dell'Ehrenberg la motilità è presa come carattere principale, e siccome allora dominava l'idea che i Vibrionidi, appunto perchè mobili, fossero animali, così da quella divisione furono a torto escluse le specie immobili.

Dopo l'Ehrenberg molti son quelli che hanno tentato un ordinamento sistematico delle Bacteriacee, e fra le migliori classificazioni vanno rammentate quelle del Dujardin (1841), del Robin (1853), del Nägeli, del Cohn (1872 e 1875), del Davaine (1858 e 1868), dell'Hoffmann (1869), del Billroth (1874), del Warming e dello Schroeter.

Non tutti questi autori però si trovan d'accordo nell'assegnare un ugual posto ai diversi generi, e nel distinguerli coi medesimi appellativi, ciò che induce non piccola confusione. Il Pasteur, per esempio, chiama coll'Ehrenberg *Vibrioni* molti degli individui distinti dai più col nome di *Bacilli*, mentre il Davaine preferisce per questi il nome di *Bacteridi*. La parola Vibrioni, creata dal Müller, si usa oggigiorno dai più a designare una quarta classe di Bacteriacee composta di organismi filamentosi non rigidi ma molli, e tuttavia il Pasteur coi suoi allievi persistono a distinguere con tal nome i veri Bacilli. Le incertezze che esistono nella sinonimia dei generi e delle specie, è una fra le tante cause di confusione e di errori nell'animo di chi per la prima volta si accinge allo studio di questi esseri microscopici.

Le classificazioni sistematiche dei Bacteri che fino ad oggi si posseggono, hanno tutte, chi più chi meno, un lato debole. È appunto per la incertezza dei caratteri che servon loro di fondamento, che alcuni autori, fra i quali il Pasteur, rigettando come incerto e fallace il criterio morfologico, preferiscono stabilire il fondamento di una divisione razionale dei Bacteri sulle loro proprietà vitali, e ammettono una classificazione fisiologica. Per essi è specie particolare e distinta, ogni forma che sia nata costantemente in un terreno determinato, o che sia capace di produrre un modo speciale di fermentazione, o una data alterazione.

A questo modo particolare di distinguere e specificare i Bacteri possono muoversi diverse obiezioni. È cosa ben facile verificare che nello stesso processo di scomposizione possono esistere contemporaneamente diverse forme di Bacteri. Noi sappiamo, per esempio, che la fermentazione ammoniacale dell'orina può essere prodotta da tre microrganismi di forma e di aspetto ben differente, i quali appartengono a gruppi ed anche a famiglie diverse, cioè dal *Micrococcus ureæ* e dal *Bacillus ureæ*, due Bacteriacee, e dalla *Torula ureæ*, che è una Muffa della tribù delle *Aspergillacee* e del genere *Torula*. Dall'altro lato si può anche osservare che in scomposizioni per natura del tutto differenti, si vedono Bacteri esattamente simili per le loro apparenze esteriori; e si può aggiungere che è possibile, cambiare il modo di azione di un Bacterio, assoggettandolo ad un particolare trattamento. Da tutto ciò appare quanto sia difficile formarsi un'opinione precisa sul valore di queste *specie puramente fisiologiche*.

Se le presenti classificazioni basate sui caratteri botanici, o sul modo di

riproduzione, lasciano, come è vero, non poco a desiderare, ciò non vuol dire che si debba abbandonare la speranza di riuscire, e sia perciò necessario sostituirle con altre fondate esclusivamente sui caratteri fisiologici, e specialmente sulle attitudini vitali. Non v' è ragione di fare una eccezione per le Bacteriace, e di scostarsi perciò nel loro ordinamento da quel concetto generale e da quei criteri, che fin qui han servito di base ad ogni classificazione di esseri organizzati, dando la preferenza ad un criterio estremamente fallace, quale è quello puramente fisiologico. È certo che non si potrà giungere ad un ordinamento scientifico e razionale delle Bacteriacee, finchè non si conosceranno meglio l'origine, la riproduzione, le diverse fasi di sviluppo e le forme di ogni individuo, di ogni specie e di ogni genere; ma intanto non bisogna precorrere nè divagare con ipotesi, che se possono sembrare ingegnose ed attraenti, non hanno un solido fondamento scientifico. Avanti di emettere delle ipotesi sulle proprietà biologiche e su l'azione che questi microrganismi possono esercitare sulla materia organica morta, ma più specialmente su quella viva, bisogna cominciare dal principio, cioè conoscere a fondo l'individuo a cui si attribuiscono queste azioni.

Prima di riprodurre la classificazione sistematica delle Bacteriacee che adotteremo a preferenza delle altre, mi piace riportare anche quella che fa il Davaine sotto la denominazione da lui preferita di Vibrionidi, e l'altra più recente del Cohn su gli Schizofiti.

Il Davaine (1), conservando le specie descritte fino ad ora come tipi ai quali possono ricondursi un certo numero di specie reali, aggiunge alla classificazione che l' Ehrenberg e il Dujardin fanno dei Vibrionidi, un nuovo genere, che per la sua somiglianza coi Bacteri chiama *Bacteridium,* destinato a rappresentare quei Bacteri privi di movimento, ed aggiunge poi nei generi già descritti dai due autori rammentati, qualche nuova specie recentemente studiata. Ecco qui sotto la classificazione proposta dal Davaine.

Classificazione dei Vibrionidi secondo il Davaine.

VIBRIONIDI.

Filamenti retti o flessi ma non ad elica	con movimento spontaneo . .	rigidi. . . .	*Bacterium.*
		flessuosi . .	*Vibrio.*
	immobili.		*Bacteridium.*
Filamenti avvolti ad elica			*Spirillum.*

1.° genere. — BACTERIUM, Ehr. Duj. Corpo filiforme, rigido, che diventa più o meno articolato in seguito ad una divisione spontanea imperfetta. Movimento oscillante, non ondulatorio (Dujardin).

1.° *Bacterium termo,* Duj.
2.° *B. catenula,* Duj.

(1) *Davaine.* Bacteries. (Dict. Encyci. d. Sc. Med. vol. VIII, p. 21).

3.° *B. punctum,* Ehr.
4.° *B. articulatum,* Ehr.
5.° *B. putredinis,* Dav.
6.° *B. capitatum,* Dav.

2.° genere. — VIBRIO, Mül. Ehr. Corpo filiforme, più o meno articolato in seguito ad una divisione spontanea, imperfetta; suscettibile di un movimento ondulatorio come un serpente (Dujardin).

1.° *Vibrio lineola,* Mül.
2.° *V. tremulans,* Ehr.
3.° *V. rugula,* Mül.
4.° *V. prolifer,* Ehr.
5.° *V. serpens,* Duj.
6.° *V. bacillus,* Mül.
7.° *V. subtilis,* Ehr.
8.° *V. lacticus?* Pasteur.
9.° *V. synxanthus,* Ehr.
10.° *V. syncianus,* Ehr.
11.° *V. butirricus?* Pasteur.
12.° *V. tartricus?* Pasteur.

3.° genere. — BACTERIDIUM, Davaine. Corpo filiforme, dritto o flesso, più o meno distintamente articolato in seguito di una divisione spontanea, imperfetta. Sempre immobile (Davaine).

1.° *Bacteridium anthracis,* Dav.
2.° *B. intestinale,* Dav.
3.° *B. del lievito,* Dav.
4.° *B. mucillaginoso,* Dav.
5.° *B. del vino girato,* Pasteur.
6.° *B. delle infusioni,* Dav.

4.° genere. — SPIRILLUM, Ehr. Corpo filiforme, avvolto ad elica, non estensibile, sebbene contrattile (Dujardin).

1.° *Spirillum undula,* Ehr.
2.° *S. tenue,* Ehr.
3.° *S. rufum,* Perty.
4.° *S. volutans,* Ehr.
5.° *S. leucomœenum,* Perty.
6.° *S. plicatile,* Duj.

Dopochè il Cohn nel 1872 propose di dividere le Bacteriace in quattro gruppi, colpito dalle affinità che ognuno dei generi ivi compresi, presentava con diversi generi delle Oscillariacee e delle Croococcacee, dalle quali i Bacteri differiscono solo per l' assenza di clorofilla, pensò di stabilire più re-

centemente (1) una grande classe di Schizofiti, la quale riunisse tutti quegli organismi vegetali inferiori provvisti o no di clorofilla, ma aventi la proprietà di moltiplicarsi per scissione. Ecco qui sotto l'ultima classificazione del Cohn.

Classificazione degli Schizofiti secondo il Cohn (1876).

SCHIZOFITI.

Tribù 1.ª — *Glœogeni.*

Cellule libere o in gruppi agglutinati da una sostanza intercellulare.

A. — *Cellule libere o riunite a due a due, a quattro a quattro.*
- Cellule sferiche . . . . *Chroococcus,* Näg.
- Cellule cilindriche. . . . . *Synechoccus,* Näg.

B. — *Cellule immobili riunite in masse amorfe.*

a) La membrana cellulare si confonde con la sostanza intercellulare.
- 1.° Cellule senza phycocromo, molto piccole.
  - Cellule sferiche . . . . *Micrococcus,* Hallier.
  - Cellule cilindriche. . . . . *Bacterium,* Duj.
- 2.° Cellule con phycocromo, più grandi.
  - Cellule sferiche . . . . *Aphanocapsa,* Näg.
  - Cellule cilindriche. . . . . *Aphanothece,* Näg.

b) La sostanza intercellulare è formata da membrane cellulari incluse le une dentro le altre.
- Cellule sferiche . . . . *Glœocapsa,* Kg.
- Cellule cilindriche. . . . . *Glœothece,* Näg.

C. — *Cellule riunite in gruppi glutinosi di forma definita.*

a) Gruppi di cellule stese in superficie.
- 1.° Cellule riunite a quattro disposte sopra un piano . . . . *Merismopedia,* Meyen.
- 2.° Cellule stese senz'ordine sopra una superficie curva.
  - Cellule sferiche in gruppi reticolati . . *Clathrocystis,* Henfrey.
  - Cellule cilindriche, coniche, disposte senza ordine, sprovviste di phycocromo . . . . *Cœlosphœrium,* Näg.

(1) *Cohn.* Untersuchungen über Bakterien (Beitr. z. Biol. d. Pfl. Bd. II, Heft 2, p. 249, 1876).

b) Gruppi cellulari a più strati, cellule riunite in corpi sferoidali.

1.° Cellule in numero determinato.

Cellule sferiche, a quattro, incolore . *Sarcina,* Goodsir.

Cellule cilindriche, cuneiformi, disposte senz' ordine, con phycocromo . . . *Gomphosphœria,* Kg.

2.° Cellule in numero indeterminato, molto grandi.

Cellule incolore, molto piccole . . . *Ascococcus,* Billr.

Cellule con phycocromo, grandi. . *Polycystis,* Kg. / *Coccochloris,* Spr. / *Polycoccus,* Kg.

Tribù 2.ª — *Nematogeni.*

Cellule disposte in filamenti.

A. — *Filamenti cellulari senza apparenza di ramificazioni.*

a) Filamenti liberi o intrecciati.

1.° Filamenti cilindrici, incolori, indistintamente articolati.

Filamenti molto gracili, corti . . . *Bacillus,* Cohn.

Filamenti molto gracili, lunghi . . . *Leptothrix,* Kg.

Filamenti larghi e lunghi . . . . . . *Beggiatoa,* Treviranus.

2.° Filamenti cilindrici con phycocromo, visibilmente articolati; cellule di riproduzione sconosciute . . . . *Hypheothrix,* Kg. / *Oscillaria,* Bosc.

3.° Filamenti cilindrici, articolati, con gonidii.

Filamenti incolori . . . . *Crenothrix,* Cohn.

Filamenti con phycocromo. . . . . *Chamœsiphon.*

4.° Filamenti a spirale.

Senza phycocromo:

Filamenti corti, sinuosi . . . . . . *Vibrio,* Ehr.

Filamenti corti, spirali, rigidi . . . *Spirillum,* Ehr.

Filamenti spirali, lunghi flessibili . . *Spirochœte,* Ehr.

Con phycocromo:

Filamenti lunghi, spirali, flessibili . . *Spirulina,* Link.

5.° Filamenti a corona.

Filamenti senza phycocromo . . . . *Streptococcus,* Billr.

Filamenti con phycocromo. . . . *Anabœna,* Bory. / *Spermosira,* Kg.

6.° Filamenti flagelliformi, gracili. . . . *Mastigothrix,* ecc.

b) Filamenti riuniti in gruppi glutinosi da una sostanza intercellulare.

1.° Filamenti cilindrici incolori.	*Myconostoc,* Cohn.
2.° Filamenti cilindrici con phycocromo. .	*Chthonoblastus,* Kg.
3.° Filamenti a corona	*Nostoc.* *Hormosiphon.*
4.° Filamenti gracili flagelliformi . . .	*Rivularia* *Zonotrichia.*

B. — *Filamenti con falsa ramificazione.*

1.° Filamenti cilindrici incolori . . .	*Cladothrix,* Cohn. *Streptothrix,* Cohn.
2.° Filamenti cilindrici con phycocromo.	*Calothrix,* Ag. *Scytonema,* Ag.
3.° Filamenti a corona	*Merizomyria,* Kg.
4.° Filamenti flagelliformi, gracili ad una estremità	*Schizosiphon,* Kg. *Geocyclus,* Kg.

Un esame della precedente classificazione mostra che ognuno dei generi dell' antico gruppo dei Bacteri stabilito dal Cohn nel 1872, è stato posto accanto a qualche genere di Oscillariacee che gli rassomiglia per la organizzazione. Così il *Micrococcus* ed il *Bacterium* si trovano allato all'*Aphanothece* ed all'*Aphanocapsa;* il *Bacillus* accanto al *Leptothrix* ed alla *Beggiatoa;* il *Vibrio,* lo *Spirillum,* la *Spirochœte,* vicini alla *Spirulina.*

Senza negare le affinità che uniscono fra di loro tali generi, ed il benefizio che da qualche lato può avere la nuova classificazione degli Schizofiti del Cohn, non si può fare a meno di osservare che essa non sodisfa completamente, perchè distrugge la distinzione essenziale fra alghe e funghi, cioè la presenza o l' assenza di clorofilla È appunto per questa ultima considerazione che non pochi autori ripudiano il nuovo ordinamento proposto dal Cohn, e noi, ad esempio di altri, conserveremo in una classe distinta quegli Schizofiti sprovvisti di clorofilla, che chiameremo di preferenza Bacteriacee o Bacteri, e che possono esser compresi nei quattro gruppi primitivamente stabiliti dal Cohn nel 1872. Dalla nostra divisione eccettueremo però alcuni generi creati recentemente da questo Botanico, cioè: la *Merismopedia,* la *Sarcina,* l'*Ascococcus,* lo *Streptococcus,* il *Myconostoc,* il *Clodothrix* e lo *Streptothrix,* i quali, sebbene rappresentino Schizofiti privi di clorofilla, pure non troverebbero posto conveniente nei quattro gruppi da noi accettati, che sono i seguenti (1):

I. — *Sferobacteria,* (Sin. Microsferi, Cocchi, Micrococchi, ecc.).
II. — *Microbacteria* (Sin. Bacteri).

(1) Nel libro « *Bacteria* » del Magnin e dello Sternberg, si trovano conservati questi sette generi di Schizofiti incolori, ma son posti a parte e come appendice ai quattro gruppi principali.

III. — *Desmobacteri* (Sin. Bacilli, Bacteridii del Davaine, Vibrioni dell'Ehrenberg e del Pasteur).
IV. — *Spirobacteria* (Sin. Spirilli).

Questi gruppi possono esser divisi in generi, e i generi in specie, e le specie in varietà, le quali però disgraziatamente non offrono caratteri differenziali ben netti. Pongo qui sotto l'enumerazione dei generi e delle specie appartenenti ai quattro gruppi mentovati.

BACTERIACEE

I. — Sferobacteria, Cohn.

g. Micrococcus, Cohn. (Hallier *emend.* — *Microsphæria,* Cohn. *ante*).

Sezione A. — Micrococchi cromogeni.

1.° — *Materia colorante insolubile.*

M. prodigiosus, Cohn. (*Monas prodigiosa,* Ehr.; *Palmella prodigiosa,* Mont.; *Bacteridium prodigiosum,* Schrœter).
M. luteus, Cohn. (*Bacteridium luteum,* Schrœter).

2.° — *Materia colorante solubile.*

M. aurantiacus, Cohn. (*Bacteridium aurantiacum,* Schrœter).
M. chlorinus, Cohn.
M. cyaneus, Cohn. (*Bacteridium cyaneum,* Schrœter).
M. violaceus, Cohn. (*Bacteridium violaceum,* Schrœter).
M. candidus, Cohn.
M. fulvus, Cohn.

Sezione B. — Micrococchi zimogeni.

M. crepusculum, Cohn. (*Monas crepusculum,* Ehr.).
M. ureæ, Cohn. Diametro = 0^{mm},0015 (Pasteur), da 0^{mm},0012 a 0^{mm},002 (Cohn).
M. del vino filante. Diametro = 0^{mm},002 (Pasteur).

Sezione C. — Micrococchi patogeni.

M. vaccinæ, Cohn. (*Microsphæra vaccinæ,* Cohn.). Diametro = 0^{mm},0005.
M. diphthericus, Cohn. Diametro da 0^{mm},00035 a 0^{mm},0011.
M. septicus, Cohn. (*Microsporon septicus,* Klebs). Diametro = 0^{mm},0005.
M. bombycis, Cohn. (*Mycrozyma bombycis,* Bèchamp). Diametro = 0^{mm},001.

L' Hallier descrive i seguenti Micrococchi, che secondo lui apparterrebbero a malattie contagiose:

M. del Vaiolo degli animali, Hallier.
M. della Rosolia, Hallier.
M. della Scarlattina, Hallier.
M. della Diarrea epidemica, Hallier.
M. del Tifo esantematico, Hallier.
M. del Tifo addominale, Hallier.
M. della Morva, Zürn.
M. della Sifilide, Hallier.

MONAS.

In appendice agli Sferobacteri alcuni autori (Magnin, Sternberg) serbano un posto alle Monadi, nel significato che dai moderni Botànici si dà a questa parola (1).

Monas vinosa, Ehr. Diametro $= 0^{mm}, 0025$.

M. Okenii, Ehr. Diametro $= 0^{mm}, 005$; lungh. da $0^{mm}, 007$ a $0^{mm}, 015$ (Cohn), $0^{mm}, 010$ (Ehr.), ed anche da $0^{mm}, 060$ a $0^{mm}, 080$ (Warming).

M. Warmingii, Cohn. Lungh. da $0^{mm}, 015$ a $0^{mm}, 020$; largh. $= 0^{mm}, 008$.

M. gracilis, Warm. Lungh. $= 0^{mm}, 060$; spessore $= 0^{mm}, 002$.

Rabdomonas rosea, Cohn. Lungh. da $0^{mm}, 020$ a $0^{mm}, 030$; largh. da $0^{mm}, 0038$ a $0^{mm}, 005$.

Ophidomonas sanguinea, Ehr. Lungh. di un giro di spirale da $0^{mm}, 009$ a $0^{mm}, 012$; spessore $= 0^{mm}, 003$.

Spiromonas Cohnii, Warm. Diametro di 1 1/2 giro di spirale da $0^{mm}, 0012$ a $0^{mm}, 0035$; largh. da $0^{mm}, 0012$ a $0^{mm}, 004$.

II. — MICROBACTERIA.

g. BACTERIUM, Duj. *emend.*

SEZIONE A. — MICROBACTERI DELLA PUTREFAZIONE.

B. termo, Ehr. (1830), Duj. (*Vibrio lineola,* Ehr. ex. p. 1838; *Monas termo,* Mül.). Lungh. da $0^{mm}, 002$ a $0^{mm}, 003$; spessore da $0^{mm}, 0006$ a $0^{mm}. 0018$.

B. lineola, Cohn. (*Vibrio lineola,* Ehr. ex. p., Duj., Mül.; *V. tremulans,* Ehr.; *Bacterium triloculare,* Ehr.). Lungh. da $0^{mm}, 0038$ a $0^{mm}, 00525$; spessore $= 0^{mm}, 00125$.

(1) I vecchi Microscopisti col nome di *Monas* designarono diversi organismi di natura ben differente, come Microfiti, Infusori o Spore. Limitando questo nome al significato moderno, le Monadi racchiudono qualche organismo relativo agli Sferobacteri, ma anche qualche organismo differente per le sue grandi dimensioni, o di affinità dubbiosa.

B. punctum, Ehr. Lungh. = $0^{mm},0052$; spessore = $0^{mm},0017$.

B. catenula, Duj. Lungh. da $0^{mm},003$ a $0^{mm},004$; spessore da $0^{mm},0004$ a $0^{mm},0005$.

SEZIONE B. — MICROBACTERI DELLE FERMENTAZIONI ACIDE.

Vibrio lacticus, Pasteur. Lungh. di ciascuno articolo = $0^{mm},0016$; di una serie = $0^{mm},050$.

Fermento acetico (*Micoderma aceti,* Pasteur; *Ulvina aceti,* Kg. Lungh. = $0^{mm},0015$.

Vibrio tartaricus dextr, Pasteur. Lungh. di ciascuno articolo = $0^{mm},001$, di una catenella = $0^{mm},050$.

SEZIONE C. — MICROBACTERI CROMOGENI.

B. xanthinum, Schrœter (*Vibrio synxanthus,* Ehr.). Lungh. da $0^{mm},0007$ a $0^{mm},001$.

B. syncyanum, Schrœter (*Vibrio syncyanus,* Ehr.).

B œruginosum, Schrœter.

B. brunneum, Schrœter.

In appendice ai Microbacteri cromogeni potrebbero riporsi le due seguenti specie descritte nel 1873 dal Ray-Lankaster, e nel 1876 dal Warming:

B rubescens, Ray-Lank. (1873).

B. sulphuratum, Warm. (1876).

III. — DESMOBACTERIA.

Alcuni autori pongono nel gruppo dei Desmobacteri il solo genere Bacillus, ma noi, ad esempio di altri, vi aggiungeremo i generi *Leptothrix, Beggiatoa* e *Crenothrix,* inquantochè questi Schizofiti filamentosi e privi di clorofilla, rassomigliano grandemente ai *Bacillus* per le loro affinità, per la forma delle loro spore, per le loro abitudini, ecc. Lo stesso Cohn nella sua prima classificazione aveva riunito questi generi nel gruppo dei Desmobacteri.

g. BACILLUS, Cohn.

B. subtilis, Cohn. (*Vibrio subtilis,* Ehr.; *Fermento butirrico,* Pasteur). Lungh. di un solo articolo = $0^{mm},006$. La lunghezza totale di più articoli riuniti può giungere a $0^{mm},040$, $0^{mm},060$ e $0^{mm},130$.

B anthracis, Cohn. (*Bacteridium anthracis,* Dav.). Lungh. da $0^{mm},004$, $0^{mm},012$ fino a $0^{mm},050$; largh. da $0^{mm},0008$ a $0^{mm},014$ (Bollinger).

B. amylobacter, Van Tieg. (*Amylobacter, Urocephalum* e *Clostridium,* Trécul). Lungh. da $0^{mm},0066$ a $0^{mm},026$; largh. = $0^{mm},0011$.

B ulna, Cohn. (*Vibrio bacillus,* Ehr.). Lungh. di un articolo = $0^{mm},010$; di più articoli fino a $0^{mm},042$.

B. ruber, Cohn.

Il Davaine ha descritto cinque specie addizionali di Bacteridii, che sono le seguenti:

Bacteridium intestinale. Lungh. da 0^{mm}, 010 a 0^{mm}, 040.
B. del lievito. Lungh. da 0^{mm}, 010 a 0^{mm}, 020.
B. mucillagginoso. Lungh. fino a 0^{mm}, 010.
B del vino girato.
B delle infusioni. Lungh. da 0^{mm}, 010 a 0^{mm}, 020.

g. LEPTOTHRIX, Kg.

Contiene numerose specie, delle quali ecco le più importanti:

L. rigidula, Kg. Lungh. da 0^{mm}, 100 a 0^{mm}, 150; largh. = 0^{mm}, 0013 a 0^{mm}, 0019.
L crœspitosa, Kg. Lungh. da 0^{mm}, 100 a 0^{mm}, 200; largh. = 0^{mm}, 0024 a 0^{mm}, 0028.
L. brevissima, Kg. Lungh. da 0^{mm}, 075 a 0^{mm}, 100; largh. da 0^{mm}, 0027 a 0^{mm}, 0035.
L. pusilla, Rabh. Lungh. da 0^{mm}, 060 a 0^{mm}, 070; largh. da 0^{mm}, 0005 a 0^{mm}, 0006.
L. parassitica, Kg. Lungh. da 0^{mm}, 090 a 0^{mm}, 150; largh. = 0^{mm}, 001.
L radians, Kg.
L. spissa, Rabh.

g. BEGGIATOA, Trev.

Contiene molte specie, di cui le principali sono:

B. alba, Trev. Largh. da 0^{mm}, 0035 a 0^{mm}, 004.
B. arachnoidea, Rabh. Filamenti tanto lunghi che larghi, da 0^{mm}, 0054 a 0^{mm}, 007.
B. nivea, Rabh.
B. mirabilis, Cohn. Misura 0^{mm}, 020 a 0^{mm}, 040.
B. minima, Warm. Lungh. da 0^{mm}, 040; largh. da 0^{mm}, 0018 a 0^{mm}, 002.

g. CRENOTHRIX, Cohn.

IV. — SPIROBACTERIA.

g. VIBRIO, Mül., Ehr.

V. rugula, Mül. (*Vibrio lineola*, Duj. *ex parte*). Lungh. da 0^{mm}, 008 a 0^{mm}, 016; largh. fino a 0^{mm}, 0176 (Cohn) e 0^{mm}, 035 (Warming).
V. serpens, Mül. Altezza di un giro di ondulazione da 0^{mm}, 008 a 0^{mm}, 012; diametro da 0^{mm}, 001 a 0^{mm}, 003; lungh. totale da 0^{mm}, 011 a 0^{mm}, 025; spessore = 0^{mm}, 0007.

g. SPIRILLUM, Ehr.

S. tenue, Ehr. Lunghezza e diametro di ogni giro di spirale da 0^{mm}, 002 a 0^{mm}, 003.

S. undula, Ehr. (*Vibrio prolifer*, Ehr.). Lungh. da $0^{mm},008$ a $0^{mm},010$; largh. = $0^{mm},005$; spessore del filamento = $0^{mm},0013$.
S. volutans, Ehr. Altezza della spirale = $0^{mm},013$; lungh. totale da 0^{mm}, 025 a $0^{mm},030$; largh. = $0^{mm},0066$; spessore = $0^{mm},0015$.

Il Warming ha recentemente descritto tre specie di Spirilli, che sono:

S. violaceum. Altezza da $0^{mm},008$ a $0^{mm},010$; diametro da $0^{mm},001$ a $0^{mm},0015$; spessore da $0^{mm},003$ a $0^{mm},004$.
S. Rosenbergii. Altezza dell' elica da $0^{mm},006$ a $0^{mm},0075$; spessore da $0^{mm},0015$ a $0^{mm},0026$.
S. attenuatum.

g. SPIROCHÆTE, Ehr.

S. plicatilis, Ehr. Lungh. totale da $0^{mm},130$ a $0^{mm},200$.
S. Obermeieri, Cohn.
S. gigantea, Warm. Spessore del corpo = $0^{mm},003$; altezza della spirale = $0^{mm},025$; diametro da $0^{mm},007$ a $0^{mm},009$.

ART. 4.° — FISIOLOGIA DEI BACTERI.

RIPRODUZIONE. — Le Bacteriacee si moltiplicano per scissione e non per gemme e ramificazioni come le muffe. Questo modo di riproduzione si mostra avanti che l'individuo abbia raggiunto la sua massima lunghezza; anzi può dirsi che succeda immediatamente dopo l'apparizione di questi microrganismi, ciò che aumenta in modo straordinario la loro facoltà di riprodursi. La segmentazione è annunziata dal protoplasma che si fa più chiaro nella sua porzione centrale, e poi da una linea mediana che separa il protoplasma in due porzioni. Il fenomeno avviene più o meno precocemente a seconda della natura dell'ambiente nutritivo, della esuberanza dei materiali nutrienti, del grado di temperatura ecc. Il modo con cui avviene la segmentazione negli Schizofiti non è sempre identico. Il più spesso ha luogo in una sola direzione come in tutte le Bacteriacee e in qualche altro Schizofito (*Micrococcus, Bacterium, Bacillus, Spirillum, Spirochœte, Leptothrix, Cladothrix, Crenothrix*); qualche volta in due (*Merista*); più raramente in tre (*Sarcina ventriculi*).

La scissione non è però il solo modo di riproduzione delle Bacteriacee, le quali qualche volta poste in condizioni speciali, si moltiplicano per spore endogene. Generalmente parlando, i Bacteri non producono spore che quando il terreno che deve nutrirli si trova esaurito. È specialmente nei Bacilli che si possono vedere le spore, le quali si presentano sotto forma di granuli che riempiono il corpo protoplasmatico della cellula.

Fino dal 1853 il Robin annunziò nel *Leptothrix buccalis* la presenza di corpuscoli rotondi, che suppose esser le spore della pianta, e più tardi, nel 1865, il Pasteur indicò nei Vibrioni della putrefazione ed in quelli della

fermentazione butirrica, alcuni corpuscoli ovoidi che refrangevano fortemente la luce (*corpuscules brillants*), situati alle estremità o nel corpo dell'articolo. In seguito lo stesso Pasteur affermò esplicitamente che tali organismi possedevano due modi di riproduzione, cioè per scissione e per spore interne (*noyaux*). Studi posteriori del Cohn, del Billroth, del Koch, del Toussaint, del Klebs e del Tommasi-Crudeli, hanno oramai dimostrato in modo indiscutibile che alcuni Bacteri si riproducono per mezzo di spore endogene, esempio ne sieno il *Bacillus subtilis* (Cohn), il *B. anthracis* (Koch, Toussaint), il *B. amylobacter* (Van Tieghem), il *B. malariæ* (Klebs e Tommasi-Crudeli). Diremo finalmente che alcuni Bacteri non solo hanno la proprietà di sviluppare delle spore nel loro interno, ma che talora si osservano dei veri sporangi contenenti diverse spore. Il Toussaint ha veduto formarsi questi sporangi, coltivando il *Bacillus anthracis* nel siero del sangue di cane, entro la camera umida del Ranvier. L'interno dello sporangio conteneva da 3 a 6 spore di forma ben definita e potentemente refrangenti. Le spore divenivan libere col rompere l'involucro dello sporangio (Vedi Fig. 4, Tav. IX).

Respirazione. — Molte specie di Bacteri respirano l'ossigeno libero dell'aria; altri invece non si appropriano che l'ossigeno che entra in combinazioni poco stabili (zucchero, acido tartarico). Fu primo il Pasteur a notare che non a tutte le Bacteriacee era necessario l'ossigeno libero, e che anzi ve ne erano di quelle che non potevano vivere o prosperare in presenza di questo gas. Il Vibrione butirrico, il Lievito alcoolico ne possono fare a meno. I Bacteri che prosperano in presenza dell'ossigeno libero, detti dal Pasteur *aerobi*, sono i più numerosi, e bruciano gli alimenti idrocarbonati e le materie albuminoidi. Gli altri distinti in opposizione ai primi col nome di *anaerobi*, son molto più rari e sembrano i veri fattori della putrefazione.

Se si pongano in un vaso chiuso alla lampada e privo di aria, alcuni di quei Bacteri qualificati dal Pasteur come anaerobi, è dato vederli vivere lungamente, anche per mesi. Intanto il processo putrefattivo della materia organica progredisce fino a che, o il vaso, sotto la pressione dei gas che vi sono accumulati, si rompe; oppure, resistendo il vaso, fino a che i principii svolti nel processo di scomposizione, agendo come veri e propri veleni, non rendano ogni ulteriore moltiplicazione difficile o impossibile. Di fronte a questi Bacteri che si comportano in tal modo, altri ve ne sono così avidi di ossigeno, che sviluppandosi in un liquido, dopo aver consumato fin l'ultima traccia di questo gas, cadono inerti al fondo del vaso, lasciando limpido il liquido sovrastante, e non riprendono la loro attività che allorquando il liquido a contatto coll'aria, abbia sciolto una nuova quantità di ossigeno.

Però non tutti gli autori si trovan d'accordo col Pasteur nell'ammettere che i Bacteri, che egli chiama anaerobi, possano fare a meno dell'ossigeno, e si dice che la vita di questi microrganismi è resa possibile dalla presenza di piccole quantità di gas incompletamente assorbito. Uno degli oppositori più convinti del Pasteur fu il Brefeld, il quale in seguito a numerosi espe-

rimenti si sarebbe quindi in parte ricreduto, riconoscendo la verità delle asserzioni del Pasteur. Però alcune recentissime esperienze dell'Hoppe-Seyler (1) tenderebbero a dimostrare inverosimile la categoria stabilita dal Pasteur dei fermenti anaerobi. Le conclusioni a cui giunge il valente Chimico tedesco sarebbero che i microfiti in presenza dell'ossigeno si comportano esattamente come tutti gli altri microrganismi, cioè assorbono ossigeno ed emettono acido carbonico, acqua, ammoniaca e sostanze azotate affini all'ammoniaca. Ammessa anco l'assenza dell'ossigeno, i microrganismi sostengono le fermentazioni; però mentre i funghi e le alghe possono vivere a lungo, i microrganismi muoiono inceppando colla loro presenza la fermentazione mantenuta dai primi fermenti.

Movimento. — Abbiamo già fatto cenno della motilità di cui sono provvisti i Bacteri; aggiungeremo adesso che il movimento non è carattere costante di questi organismi. Esaminando un liquido in putrefazione, accanto agli individui provvisti di moto più o meno accentuato, altri se ne scoprono perfettamente immobili, sebbene abbiano a comune coi primi tutti gli altri caratteri generali, come la piccolezza e la semplicità di forme.

Il movimento nei Bacteri può esser di due sorta, cioè o l'individuo si muove su se stesso (moto molecolare e moto di rotazione), oppure il movimento succede per traslazione.

Si deve specialmente al Cohn una eccellente descrizione dei movimenti delle Bacteriacee. La motilità sembra derivare più dalla respirazione che dalla nutrizione, e sarebbe legata più che altro alla presenza dell'ossigeno.

Il carattere della motilità non è sempre costante nemmeno in quelle specie dotate di movimento. I Bacteri rimangono generalmente immobili nel primo periodo del loro sviluppo, e questo periodo di quiete dura per qualche giorno. Anche nel loro pieno sviluppo i movimenti dei Bacteri non si producono sempre in modo costante, venendo alternati con riposi più o meno lunghi. Qualche volta infine cadono in uno stato di inerzia che rassomiglia alla morte, e che può durare parecchi giorni (Davaine). Ritorneremo su questo carattere della motilità nella descrizione dei singoli generi e delle specie.

Nutrizione. — I Bacteri consistendo in organismi semplicissimi, composti di una membrana cellulare di cellulosa, ed essendo privi di clorofilla, non son capaci di diretta assimilazione, e per conseguenza il loro sviluppo e la loro moltiplicazione non può farsi che a spese della materia organica già elaborata. Secondo gli studi dell'Hoffmann, del Grimm e del Seynes l'assorbimento succederebbe per endosmosi.

Quantunque i mezzi nutritivi che posson servire di alimento ai Bacteri sieno grandemente diversi, pur tuttavia dal punto di vista della funzione nutritiva, si comportano tutti secondo la medesima legge. L'acqua, il car-

---

(1) *Hoppe-Seyler*. Ueber die Einwirkung von Sauerstoff auf die Lebensthatigkeiten niederen Organismen. (Zeitschr. f. phys. Chemie, 1884, p. 214.)

bonio, l'azoto, l'ossigeno e in certi casi alcuni sali minerali, ecco le sostanze di cui hanno bisogno i Bacteri. L'acqua è il primo e il più indispensabile elemento per la vita di questi microrganismi, e quando manca l'acqua si ha, se non la morte, come succede in alcuni casi, almeno l'arresto della loro motilità e delle altre funzioni fisiologiche.

Prendendo a base i diversi fenomeni chimici determinati dalle Bacteriacee nei mezzi che servon loro di nutrimento, esse sono state divise in Bacteri *cromogeni, zimogeni* e *patogeni.*

I *Bacteri cromogeni,* come lo indica il loro nome, son quelli che in presenza dell'aria producono alcuni principii coloranti che hanno una certa analogia con i colori di anilina. Esempio di Bacteri cromogeni sono il *Micrococcus prodigiosus*, il *M. aurantiacus,* il *M. chlorinus,* il *Bacterium synxanthum,* il *B. æruginosum,* il *B. brunneum,* il *Bacillus ruber* ecc.

I *Bacteri zimogeni* son quelli che danno origine alle fermentazioni, e fra questi abbiamo il *Micrococcus crepusculum*, il *M. ureæ*, il *M. nitrificans,* il *Bacterium termo,* il *B. catenula,* il *B. punctum*, il *Vibrio lacticus,* il *Micoderma aceti,* il *M. oblongus,* il *Bacillus subtilis,* il *B. ureæ* ecc.

Si son chiamati *Bacteri patogeni* quelli che crescono nel corpo umano, e che si ritengono fattori di malattia. Fra i Bacteri a cui si attribuisce questo ufficio, possono esser rammentati il *Micrococcus septicus,* il *M. vaccinæ*, il *M. bombycis,* il *Bacillus anthracis,* il *B. malariæ,* la *Spirochæte Obermeieri* ecc.

Se da un lato però bisogna ammettere l'ufficio che i Bacteri cromogeni e gli zimogeni esercitano nella produzione di alcune materie pigmentarie, nelle fermentazioni e nella putrefazione, dall'altro l'esistenza e l'autonomia dei Bacteri patogeni è tutt'altro che dimostrata, e nella III Parte vedremo se e quanto possa ammettersi.

Adattamento dei Bacteri ai diversi ambienti nutritivi. — Se si prende in esame da un lato una infusione animale posta a contatto con 15 o 20 litri di aria, e dall'altro un liquido del Cohn putrefatto alla temperatura di 20° a 30°, si vede che gli organismi sviluppati in questi due liquidi sono ben diversi. Se prendiamo qualche goccia della infusione animale e la introduciamo in uno dei palloni da cultura del Pasteur, pieno di un liquido minerale perfettamente limpido, vediamo che il liquido nemmeno col tempo accusa intorbidamento o traccia di alterazione. Il fatto potrebbe spiegarsi in due modi, cioè o che il cambiamento dell'ambiente nutritivo ha fatto morire i Bacteri della infusione animale, o che le specie nate in questa ultima sono distinte e speciali, e non possono germogliare e moltiplicarsi in un mezzo minerale. L'ultima supposizione è la vera, ed è largamente confermata dalle esperienze del Pasteur, del Davaine, del Cohn e di tanti altri egregi micologi.

Il Bacillo che dà origine alla infezione carbonchiosa, e che subisce le sue fasi di evoluzione e si moltiplica rapidamente nel sangue dell'uomo, del montone, del coniglio e del topo, non ha azione alcuna introdotto nel san-

gue degli uccelli, sebbene nè l'analisi chimica, nè l'osservazione microscopica giungano a dimostrare differenze sostanziali fra il sangue dei mammiferi e quello degli uccelli. Dalle ultime esperienze del Pasteur apparirebbe anzi che l'impedimento alla libera germinazione del *Bacillus anthracis* nel sangue degli uccelli, non dovrebbe cercarsi nemmeno nelle impercettibili differenze di composizione chimica o di caratteri anatomici, capaci di sfuggire ai nostri mezzi di osservazione, ma sibbene sarebbe da attribuirsi alla differenza di temperatura che hanno i due sangui, la quale più alta di soli 4 o 5 gradi negli uccelli, sarebbe tuttavia sufficiente ad arrestare lo sviluppo di quel Bacterio, che da esperimenti diretti sappiamo adesso non vegetare che a stento a 40°, e rimanere affatto inerte a 45°.

Moltissimi altri fatti potrebbero esser citati a provare che i Bacteri posseggono in modo straordinario la proprietà di scegliersi l' ambiente che più conviene alla loro evoluzione, ma per adesso basti portare un esempio anche più dimostrativo dei precedenti, rammentando che il Vibrione fermento che distrugge l'acido tartarico destrogiro, non esercita azione di sorta su l'acido tartarico levogiro! Eppure sappiamo che la differenza fra questi due acidi consiste solo nella impossibilità di sovrapporre le loro forme, d'altronde identiche, e nella differente azione che esercitano sul raggio della luce polarizzata.

La proprietà che presentano i Bacteri di scegliersi fra due sostanze, che a noi sembrano identiche, quella che più a loro conviene, si manifesta nel parassitismo in proporzione larghissima e singolare, e questo fatto offre altrettanta importanza dal lato della fisiologia e della patologia. Alcuni parassiti vegetali non si attaccano che alle crucifere, altri alle labiate, alle graminacee, alle ranunculacee, alle ombrellifere. Il Carbonchio attacca più facilmente le razze bovine della Borgogna e della Franca Contea, che quelle della Normandia e della Brettagna; ed il temuto Bacillo che fa strage nel montone *merinos*, rispetta i montoni dell' Algeria anche se introdotti in Francia.

Rapporto dei Bacteri colle fermentazioni e colla putrefazione. — Una delle proprietà più caratteristiche che presentano alcuni Bacteri, è quella di provocare certe particolari modificazioni nelle sostanze che servono loro di substrato nutritivo. Tali modificazioni si comprendono generalmente sotto il nome collettivo di fermentazioni. A seconda che la materia è non azotata o azotata, si hanno due modi speciali di fermentazione, cioè le *vere fermentazioni*, dove son riuniti tutti i fenomeni della modificazione chimica che è collegata allo sviluppo di questi organismi inferiori; e le *false fermentazioni*, dove la materia animale o vegetale priva di vita, sparisce in seguito a trasformazioni, alle quali presiedono la *combustione diretta*, e la *putrefazione*.

L' indole ed i limiti del libro non permettono di svolgere con quella ampiezza che si meriterebbe l'argomento, tutto ciò che si referisce all'ufficio che esercitano le Bacteriacee nelle fermentazioni, nella putrefazione e nella

nitrificazione, e debbo limitarmi a dare un breve cenno su quest'atto importantissimo, che è una delle caratteristiche biologiche più salienti dei Bacteri.

Abbiam già veduto come esistano moltissimi organismi inferiori, che assimilandosi al pari degli esseri più elevati, il carbonio, l'azoto, i fosfati ecc., prendono per respirare, non già l'ossigeno libero come gli altri, ma sibbene quello che è in combinazioni instabili, d'onde resulta per queste una decomposizione lenta e progressiva. Tali sostanze private del loro ossigeno, danno luogo a nuove combinazioni, che modificano profondamente il mezzo ambiente. Gli organismi che son dotati di tali proprietà hanno ricevuto il nome di *Fermenti*. Essi non costituiscono una famiglia distinta, ma a seconda della loro specie, esercitano un' azione particolare sopra tale o tal' altra sostanza, dando luogo a combinazioni chimiche speciali. La famiglia delle Bacteriacee fornisce un gran numero di fermenti. Sono esse che determinano la fermentazione lattica, la butirrica, la tartarica, l'alcoolica, l'acetica ecc. Queste fermentazioni appariscono colla presenza del Bacteriofermento, e durano finchè dura la vita del microfito.

Le fermentazioni però non si limitano ai corpi ternari. Le materie animali e vegetali morte subiscono pur esse le loro fermentazioni. Tali sostanze si scompongono in seguito a trasformazioni regolate dalla *combustione diretta* e dalla *putrefazione*. È specialmente il processo putrefattivo quello che concorre alla distruzione della materia morta; la combustione diretta non interviene che con una certa lentezza. Ora noi sappiamo che la putrefazione non è altro che un atto, o meglio una serie successiva di atti dell'ordine delle fermentazioni, originati dalla presenza degli organismi microscopici appartenenti alla famiglia delle Bacteriacee. Il *Vibrio lineola*, il *V. tremulans*, il *V. subtilis*, il *V. rugula*, il *V. bacillus*, il *V. prolifer*, sono tutti fermenti della putrefazione. Il modo di agire di questi fermenti, e quello di progredire della fermentazione possono variare, come pure possono variare i fermenti stessi, a seconda che la sostanza è liquida o solida, o a seconda che è esposta o sottratta alla presenza dell' aria. L'atto della scomposizione incomincia dalla vegetazione di quei Bacteri che hanno bisogno dell'ossigeno libero, ma quando il gas è finito, questi muoiono, o restano a vegetare alla superficie, là dove v' è il contatto dell' aria, lasciando libero il campo degli strati più profondi ad altre specie di Bacteri che possono fare a meno dell' ossigeno. È a questo punto che si dichiara il vero processo putrefattivo. Gli ultimi Bacteri comparsi, si impadroniscono dell'ossigeno combinato, trasformando le materie azotate in prodotti più semplici, i quali rimangono inalterati, se sottratti alla presenza dell'aria; ma appena questa intervenga, tali prodotti servono di alimento alle prime specie di Bacteri, che vi esercitano ben tosto la loro azione comburente, e finiscono di scomporli in prodotti ancora più semplici, i quali ritornano all'atmosfera od al regno minerale.

Resistenza vitale dei Bacteri agli agenti esterni. — Singolare invero è la resistenza di questi microfiti di fronte agli agenti fisici e chimici, resistenza però che è variabile a seconda delle diverse specie. Vi sono al-

cuni Bacteri che possono sostenere una essiccazione completa, conservando la loro vitalità per mesi e mesi, come succede pel *Bacillus anthracis*, mentre per altri questa condizione è mortale. Vi son Bacteri che si compiacciono nei substrati liquidi, e vegetano anche in acque poverissime di principii nutritivi; altri ve ne sono al contrario che muoiono posti nelle acque ordinarie.

Diverso del pari è il modo con cui i Bacteri e i loro germi sopportano il calore; ma generalmente può dirsi che tutti presentano a questo agente una singolar resistenza. Alcuni Bacteri, come quelli della putrefazione di certe sostanze vegetali, non reggono al di sopra di + 52° C.; mentre per ucciderne altri bisogna oltrepassare i + 100°, ed arrivare anche al di là di + 110°.

Gli esperimenti del Tyndall (1) provano che nell'aria esistono germi capaci di resistere lungamente a temperature molto elevate. Alcuni muoiono solo dopo 20 a 30 minuti di ebullizione; alcuni altri resistono a questa temperatura al di là delle 2 o 3 ore; per altri infine occorrono 5 e 6 ore, e nei casi più rari perfino 8 ore. D'altra parte il Pasteur, mentre trovava che le fruttificazioni di alcune crittogame possono sostenere un calore di + 120° C., dimostrava che taluni germi di Vibrioni non perdono la loro vitalità che a + 110°, ed il Cantoni (2), il Balsamo Crivelli ed il Maggi (3) videro dei Micrococchi tuttora vivi, dopo essere stati portati alla temperatura di + 117° C., ed anche a + 150°. Il Lex avrebbe osservato dei movimenti vitali fino a + 127°, ed il Calvert dice che non si può esser sicuri della morte dei Bacteri che a + 204°. — L'asserzione del Calvert mi sembra davvero esagerata, tanto più che la maggior parte degli autori concordano nel ritenere che la temperatura di + 110° sia sufficiente per uccidere la più gran parte dei germi dei Bacteri, e che tutt' al più si può spingerla fino a 120° e 125°, come vorrebbero il Wirchow, il Marke ed il Vallin, per esser certi della perfetta distruzione di alcune specie fra le più resistenti.

Il calore agisce sui Bacteri in modo diverso a seconda che è applicato secco od umido, e a seconda delle proprietà del liquido in cui si sperimenta. Il *Bacillus anthracis* che resiste ad una temperatura secca di + 100°, muore se questa temperatura è umida. Le medesime differenze si hanno se il liquido è acido o alcalino. Per uccidere i Bacteri del latte basta un calore di + 100° se il liquido è acido, bisogna invece arrivare fino a + 110° se il latte è neutro o alcalino (Pasteur). Lo stesso accade per l'acqua zuccherino-albuminosa. Dell' azione che il calore può esercitare sopra i Bacteri sarà parlato a lungo, quando tratteremo dei modi di rendere sterili le diverse sostanze destinate alla loro cultura (4).

---

(1) *Tyndall.* Procedings of the Royal Society. London, 1877.

(2) *Cantoni.* Gazzetta ufficiale del Regno d'Italia, 1870, n. 258.

(3) *Maggi* e *Cantoni.* Sulla produzione degli Infusori in liquidi bolliti (Atti R. Ist. Lombardo. Vol. IV, fasc. VI e VII, 1867).

Maggi e *Cantoni.* Ancora sulla produzione degli Infusori in palloncini suggellati ermeticamente, e scaldati oltre i 100° C. (Atti R. Ist. Lombardo, 1869).

Maggi, *Crivelli* e *Mantegazza.* Sulla produzione delle Muffe entro palloncini di vetro, chiusi a fuoco, e scaldati a + 150° C. (Atti R. Istituto Lombardo, 1870).

(4) Vedi Parte IV, Libro II. Cap. VII.

Gli alcali e gli acidi allungati non sono capaci di distruggere i Bacteri, se non aiutati dal calore. Vi sono invece sostanze, come l'acqua ossigenata, il bicloruro di mercurio, il nitrato di argento, l'iodio, il bromo, l'acido cianidrico, il solfato di rame, il cloruro di oro, il bicloruro di platino, che agiscono su di essi come veri veleni, adoperati anche a piccole dosi; mentre altre sostanze quali il cloroformio, il cloruro di zinco, l'acido timico, l'acido fenico, il permanganato di potassa, l'acido arsenioso, l'acido borico, il solfato di protossido di ferro, non esercitano azione sensibile che a dosi medie. Il protocloruro di manganese, il cloruro di calcio, il borato di soda, il cloridrato di morfina, il cloruro di bario, l'alcool, l'arseniato di potassa, il sal marino, l'iposolfito di soda ecc., debbono essere usati in grande quantità per uccidere i Bacteri, o per arrestare il loro sviluppo nei liquidi putrescibili (1).

Non è vero, come alcuni hanno affermato, che la luce impedisca ai germi dei Bacteri di svolgersi e di prosperare. Nemmeno il freddo intenso mostra di avere un'azione distruttiva sopra alcune specie, come lo provano gli esperimenti del Pictet fatti a Ginevra nel 1882, dove furono poste in prova temperature di — 100° C. sopra Bacteri di varie provenienze. Alcune specie che non avevano sopportato un calore di + 70° C., ressero al freddo violento delle esperienze del Pictet.

Altri agenti sono stati tentati a provare la vitalità dei Bacteri. Il Bert ha dimostrato che se la vita di questi organismi microscopici può restare sospesa nel vuoto, riapparisce ben presto, se ricondotti alla pressione normale. Dall' altro lato lo stesso Bert ha provato che se una quantità discreta di acido carbonico e se una moderata tensione dell' ossigeno, non riesce sempre mortale per tutti i Bacteri, quando però si esperimenti con forti dosi del primo gas, e con elevata tensione del secondo, per esempio comprimendo l'aria a 20 atmosfere, si arriva ad uccidere definitivamente gli individui adulti, ma non sempre si può esser sicuri di aver distrutto i loro germi. Noi sappiamo che le spore delle Bacteriacee hanno una resistenza vitale molto maggiore degli organismi già sviluppati. Se il Bert dopo aver sottoposto il *Bacillus anthracis* nell' ossigeno a forti tensioni, ed esser riuscito a distruggerlo, vide poi che il liquido non aveva perduto le sue qualità virulente, si può supporre che le spore del Bacillo avessero sostenuto la prova, tanto più che sappiamo che tali spore son capaci di resistere ad agenti altrettanto energici (alte temperature, essiccazione, putrefazione), valevoli a distruggere o gli individui adulti del Bacillo carbonchioso, o i germi di altri Bacteri più delicati.

Gli esperimenti che si posseggono sulla tenacità vitale dei Bacteri, provano dunque che essi sono gli esseri organizzati i più robusti ed i più resistenti, inquantochè son capaci di lottare più di qualunque altro organismo

---

(1) A questo proposito vedi le esperienze del Miquel sulle dosi minime di qualche sostanza antiseptica, capace di opporsi alla putrefazione di un litro di brodo di bove, neutralizzato. (Organismes vivants de l'atmosphère 1883, pag. 292).

contro i nemici più potenti della vita, cioè il freddo intenso e le alte temperature, la tensione dell'ossigeno e quella dell'acido carbonico. La vita sulla terra deve esser cominciata con questi organismi semplicissimi, e come furono i primi a vivere, probabilmente saranno gli ultimi a scomparire.

CAPITOLO VI.

Bacteri atmosferici.

Sebbene l'aria in circostanze eccezionali possa farsi veicolo dei germi di ogni specie di Bacteri, purtuttavia abitualmente l'aria libera non ne presenta che poche specie, mentre tutte o quasi tutte, si trovano abbondare nei liquidi e sulle materie organiche imputridite, nelle acque corrotte, e nei terreni umidi.

Prendendo a base la classificazione da noi adottata, descriveremo adesso le principali specie di Bacteri i cui germi possono trovarsi nell'atmosfera, studiandoli successivamente nei loro quattro gruppi. Quindi prenderemo in esame questi medesimi organismi dal lato della loro provenienza nell'atmosfera, delle loro proporzioni, e delle variazioni che possono subire per le molteplici influenze atmosferiche e telluriche.

1.° — Sferobacteri.

Gli Sferobacteri, come fu detto, comprendono il solo genere *Micrococcus*. Si presentano con aspetto di granulazioni o cellule sferiche o globose, prive di phycocromo, del diametro da $0^{mm},0005$ a $0^{mm},003$, ripiene di un protoplasma poco refrangente, oppure di granulazioni brillanti, contornate da un cerchio pallido o scuro, ma sempre ben distinto, sprovviste di movimento spontaneo, ma con moto browniano o molecolare. Alcuni autori negano ai Micrococchi la membrana cellulare, e in quella vece ammettono uno strato più molle e gelatinoso. Spesso gli Sferobacteri sono in globuli isolati, ma non raramente in gruppi di 2, 3, 4 e più individui (*Fermenti a coroncina* del Pasteur, *Catenelle micotrici* dell'Hallier); talvolta liberi, tal'altra involti e cementati dalla sostanza mucillagginosa più volte rammentata o allo stato di Zooglæa (*Gliacocco* o *Gliabacterio* del Billroth), o disposti a strati membranosi senza l'interposizione della sostanza gelatinosa (*Micoderma* del Pasteur).

Secondo il Billroth (1) ogni Cocco coll'intervento dell'aria svilupperebbe intorno a sè un involucro muccoso, per mezzo del quale le sferule si riunirebbero prima in lamine (*Petalacoccus*) e poi in masse o cumuli irrego-

(1) *Billroth.* Untersuchungen über die Vegetationsformen von *Coccobacteria septica.* Berlin, 1874.

lari (*Gliacoccus*). La sostanza gelatinosa si formerebbe male e scarsamente fuori del contatto dell'aria, e si disfarebbe, se già formata, quando l' aria venga a mancare.

Le cellule dei Micrococchi si moltiplicano per divisione trasversale, dopo essersi allungate. Rarissimamente o mai si verificherebbe la divisione longitudinale. Al dire del Billroth le forme piccole non diverrebbero mai grandi e permanenti.

Le figure della Tav. III danno un' idea di alcune forme di Micrococchi atmosferici. La figura 1 mostra un Micrococco molto volgare, descritto e figurato dal Miquel, riunito in gruppi di quattro cellule, disposte in quadrato. Il Micrococco disegnato nella figura 2, è una specie che si riscontra molto frequente nell'atmosfera (Miquel). Esso apparisce nelle culture pure non solo sotto la forma più abituale dei Micrococchi, cioè in cellule globose, ma anche in cellule allungate e cilindriche, ora diritte, ora leggermente curve. Più raro è trovare nell'aria il Micrococco della figura 3 (Miquel), in bastoncelli o cellule cilindriche. La figura 4 fa vedere una delle specie più volgari fra i Micrococchi, ed è quella che è stata osservata con più frequenza dal Miquel nell'aria del Parco di Montsouris e nell' aria del centro di Parigi. La figura 5 rappresenta il *Micrococcus prodigiosus* del Cohn, e la figura 6 il *Micrococcus ureæ.*

Non bisogna però credere che i Micrococchi si appalesino sempre colle apparenze semplici e specifiche rappresentate dalle figure della Tav. III. Coll'acquistare forme e dimensioni diverse, essi possono perdere i loro caratteri specifici, e venir confusi con altri Bacteri. Le differenze nella forma, come pure il diverso modo di aggruppamento degli individui, son dovuti più che altro al modo differente di cultura (culture allo stato di purezza), alla natura dei liquidi nutritivi adoperati, e al modo particolare di sviluppo proprio a ciascuno individuo. La diversità nelle dimensioni si deve alla diversa età dell' individuo, nonchè all' essersi sviluppato o no, prima che il liquido nutritivo fosse invaso da copia grande dei suoi congeneri, cioè avanti o dopo che fosse indebolito nei suoi elementi nutritivi, o avvelenato dai prodotti di escrezione delle prime colonie di Bacteri.

Fra tutti i Bacteri dell'aria i Micrococchi sono forse le specie le più abbondanti, come potremo vedere in appresso nelle statistiche comparative dei diversi generi che si possono raccogliere dall' atmosfera. Fra i Micrococchi, come fu accennato, ve ne sono dei colorati, tanto da tingere in modo ben visibile le sostanze da loro infettate. Di questi Micrococchi cromogeni, si trovano a preferenza nell'aria il *M. aurantiacus* o *luteus* e il *M. violaceus* del Cohn, il *M. chlorinus* che è verde, il *M. prodigiosus* del Cohn (Tav III, fig. 5), costituito da cellule di un rosso pallido, che si sviluppa sul pane, sulle patate, sulla colla d'amido, ecc., e che è la causa della colorazione rossa, che talvolta si osserva intensissima su queste sostanze. Le particolari colorazioni che i Micrococchi cromogeni impartiscono alle materie sopra cui imprendono a vegetare, è un carattere preziosissimo per distinguerli da altri organismi coi quali potrebbero venir confusi, specialmente quando assu-

mano la forma di Zooglæa, e si trovino invischiati fra le maglie finissime dei miceli delle muffe.

Il Miquel ha trovato che nell'aria sono estremamente rari i germi dei Micrococchi così detti zimogeni, fatta però eccezione per il fermento globulare dell'urea, il *Micrococcus ureæ* (Tav. III, fig 6). Il Pasteur (1) fu il primo a segnalare che nei depositi delle orine alterate, esisteva un microfito di forma globulare, a cui parve dover attribuire l'origine della fermentazione ammoniacale. Più tardi il Van Tieghem dimostrò che lo sdoppiamento dell'urea accadeva sotto l'azione di questo Bacterio, che appunto per ciò fu chiamato *Micrococcus ureæ*. Questo fermento, che è fra i più attivi, è largamente sparso nell'aria, e gode di una grande resistenza vitale, come lo dimostrano le recenti esperienze del Lodureaux (2). La sua azione si esercita sotto la pressione di 3 atmosfere, o in presenza dell'ossigeno, dell'azoto, dell'idrogeno, dell'acido carbonico, del protossido d'azoto, nel medesimo modo e colla medesima intensità che nell'aria libera. Il *M. ureæ*, non è però il solo microfito che abbia azione su l'urea; accanto a lui possono collocarsene altri due, la cui azione è assolutamente identica, cioè un Bacillo, il *Bacillus ureæ*, ed una muffa della tribù delle Aspergillacee e del genere Torula, la *Torula ureæ*. Fra i Micrococchi zimogeni più interessanti, i cui germi si trovano nell'aria, può rammentarsi il *M. crepusculum*, che costituisce uno dei fattori principali della putrefazione.

Rarissimi poi dovrebbero essere nell'aria i Micrococchi patologici descritti dall'Hallier, dal Coze e dal Feltz, dal Nepveu e dal Cohn nel sangue dei malati, perchè ancora non sono stati rinvenuti da alcuno, ed il Miquel stesso non esita ad escludere i loro germi dall'atmosfera. Il fatto potrebbe essere spiegato tanto dalla rarità dei germi di questi Micrococchi, quanto forse dalle difficoltà che incontrano a germogliare nei liquidi nutritivi dove furono raccolti, quanto anche dalla impossibilità di farli agire sulle specie animali che, per esperimento, sono scelte a riceverli.

Il Fodor (3) fra i Micrococchi dell'aria di Budapest, se incontrò più frequentemente le forme rappresentate da piccole granulazioni (*Micrococcus* del Billroth), trovò anche forme medie per grandezza, ed anche talvolta grandissime (*Mesococcus* e *Megacoccus* del Billroth). Mescolato alle forme più grandi, vide spesso un Micrococco speciale, costituito da granuli estremamente tenui, che al microscopio si appalesava come una fittissima nebbia punteggiata, e che perciò propose di chiamare *Micrococcus atoma*.

I Micrococchi godono di una resistenza eccezionale pel calore, come lo dimostrano le esperienze già rammentate del Balsamo Crivelli, del Maggi e del Cantoni (4), che li avrebbero osservati vivi nelle infusioni organiche dopo averle sottoposte in vasi ermeticamente chiusi a temperature di 117° e 150° C.

---

(1) *Pasteur*. Ann. Phys. et Chim., 3.me serie, t. LXIV.
(2) *Lodureaux*. Sur le ferment ammoniacal. (Compt. Rend. Ac. Sc., t. XCIX, 1884, p. 277).
(3) *Fodor*. Loc. cit., p. 104.
(4) Vedi citazioni a p. 81.

Nella determinazione dei Micrococchi si incontrano talora difficoltà gravissime, perchè si possono confondere con granulazioni albuminoidi, con globuli di grasso, con materie minerali, e non infrequentemente con altri Bacteri o con altri organismi. In questi casi non basta sempre il microscopio, e bisogna ricorrere ai reagenti chimici e più di tutto alla cultura dell'organismo sospetto. Dalle granulazioni albuminoidi e da quelle adipose, i Micrococchi possono esser distinti per la loro resistenza all' acido acetico, alle soluzioni di potassa caustica, all'etere, al cloroformio ed anche agli acidi minerali più o meno allungati, e perchè si colorano bene e stabilmente con molte sostanze in special modo coi colori di anilina (1).

Non è raro il caso che le cellule dei Micrococchi invece di presentarsi sferiche o globose, sieno invece allungate ed anche qualche volta filamentose, o invece di esser piccole sieno grosse. Il Miquel ha descritto e figurato (2) un Micrococco che per successive trasformazioni dovute al mezzo nutritivo, non solo può assumere l'aspetto di un Bacillo, ma mentre nelle condizioni ordinarie, si moltiplica come la maggior parte dei Micrococchi, per scissione del globulo che forma il suo articolo adulto, in altre condizioni favorevoli di aereazione e di temperatura, un globulo di questo Micrococco germoglia a modo delle spore dei Bacilli e delle Mucedinee, formando un micelio diritto, o come il più delle volte succede, piegato in tutte le direzioni. Il tubo miceliano così prodotto più tardi si tramezza, si strozza e si segmenta risolvendosi in grossi granuli globosi.

I Micrococchi possono anche venir confusi colle spore di alcuni Bacteri (*Dauersporen* del Cohn, *Corpuscules brillants* del Pasteur). I caratteri distintivi in questo caso si fondano sulla proprietà che hanno le spore di refrangere fortemente la luce, e più che mai sul modo di aggruppamento particolare ai Micrococchi. Sarà sempre bene in questi casi di esaminare attentamente se nel liquido nutritivo dove si sospetta la presenza di Micrococchi, esistano Schizofiti filamentosi, che faccian vedere nel loro interno granuli o corpuscoli lucenti.

Le cellule di Micrococco potrebbero anche sbagliarsi con quelle granulazioni che resultano dalla distruzione delle spore crittogamiche e dal disfacimento dei miceli, se non che le prime sono più lucenti e presentano una uniformità nelle dimensioni, che non hanno le seconde.

2.° — Microbacteri.

Il gruppo dei Microbacteri non comprende che il genere *Bacterium*, con due specie principali, il *B. termo*, Duj., e il *B. lineola*, Cohn. Le altre specie come il *B. punctum* di Ehrenberg, il *B. catenula* del Dujardin, il *Vibrio lacticus*, il *Micoderma aceti*, il *Vibrio tartaricus* non da tutti sono ammesse come specie autonome e distinte, e domandano nuove e più precise osservazioni.

---

(1) Vedi Parte IV, Libro II, Cap. IX.
(2) Vedi Fig. 4 alla pag. 461 dell' Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1880.

I Microbacteri si presentano al microscopio con l'aspetto di cellule cilindriche o bastoncelli corti, mobili, sprovvisti di phycocromo, talora isolati, tal'altra fra loro riuniti in numero di due o quattro articoli, raramente più. In generale ogni articolo è più lungo che largo, ma esistono anche Microbacteri globosi o in forma di bastoncelli rigonfi alle loro estremità.

I Microbacteri si posson muovere in linea retta, curva o spezzata; in cerchio, ad elica, o su loro stessi, rotando sull'asse longitudinale o sul trasversale. I movimenti ora si effettuano con grande lentezza, ora con sorprendente vivacità. La mobilità è dunque uno dei caratteri più salienti e più costanti dei Microbacteri, e bisogna giovarsene ogni qualvolta s'abbia sotto gli occhi una forma simigliante a un Bacterio, ma immobile. Nei casi dubbi si cercherà di esaminare l'individuo in vicinanza di una bolla d'aria, o in altro modo, ma sempre in condizioni che possa risentire l'azione dell'ossigeno libero, che è quasi sempre indispensabile alla sua vita.

Le figure della Tav. IV riproducono le forme più abituali di alcuni Microbacteri. Il N. 1 è un Bacterio assai comune che si sviluppa facilmente nei liquidi a base di tartrato di ammoniaca. La figura 2 rappresenta un Bacterio atmosferico che per la sua forma si ravvicina ai Micrococchi (Miquel). La figura 3 fa vedere un Bacterio che si trova del pari nell'atmosfera, molto vicino al *Bacterium lineola* del Cohn. Ha articoli che misurano $0^{mm},004$ a $0^{mm},005$ in lunghezza, sopra $0^{mm},001$ di larghezza (Miquel). La figura 4 mostra un Bacterio atmosferico simigliante al *Bacterium catenula* del Dujardin. L'aria ne possiede diverse varietà, ed il Miquel ne ha coltivata una che aveva la singolare proprietà di trasformare in 48 ore $1^{gr.}$ di solfo in acido solfidrico, se posto a vegetare in $4^{l.}$ di acqua bollita con tartrato di ammoniaca e con eccesso di zolfo (1). La figura N. 5 fa vedere un Bacterio atmosferico minutissimo, che sotto il microscopio appare ora brillante, ora nero a seconda che il campo è reso scuro o luminoso. Il Miquel l'ha veduto spesso in via di sviluppo nella sostanza mucillaginosa che contorna i Micrococchi.

Fra i Microbacteri che meritano maggiore attenzione possono rammentarsi anche i seguenti:

Il *Bacterium termo*, Ehr., Duj. o *Monas termo* del Müller o *Zooglœa termo* del Cohn, (Fig. 6, Tav. IV), rappresentato da bastoncelli jalini, incolori, cilindrici, un poco rigonfi nel centro, che si può facilmente vedere in tutte le infusioni vegetali o animali, nella putrefazione dei cadaveri e negli impiagamenti.

Il *Bacterium lineola* del Cohn, o *Vibrio lineola* del Müller (Fig. 7, Tav. IV) con cellule cilindriche, diafane, quasi sempre diritte, isolate o riunite a due e tre, ma non mai più di quattro, che può aggrupparsi in Zooglæa (Fig. 5, Tav. II) e che si trova nel sangue e nei liquidi albuminosi putrefatti.

Il *Bacterium catenula* del Dujardin, formato da corpuscoli alquanto

(1) *Miquel.* Bull. d. la Soc. chim. d. Paris, t. XXXII, p. 127.

allungati, riuniti in gruppi di tre, quattro e cinque articoli, in modo da formare delle catenelle lunghe anche $0^{mm},02$, e che si trova nelle orine e nel sangue putrefatto, e nei liquidi albuminosi esposti all'aria.

Il *Bacterium punctum,* Ehr., in forma di corpuscoli ovoidi, leggermente allungati, incolori, che si muovono lentamente e con moto oscillante.

Il *Bacterium cuneatum* a cellule cuneiformi, che alla loro estremità più stretta presentano una spora sotto forma di goccia splendente.

Fra i Microbacteri cromogeni sono da rammentarsi il *Bacterium xanthinum* dello Schrœter (*Vibrio synxanthus,* Ehr., o *V, xanthogenus,* Fuchs) che vive nel latte di vacca alterato; il *B. syncyanum* pure del latte inacidito; il *B. æruginosum,* Schrœter, di un bel colore azzurro-verdastro; ed il *B. brunneum* dello Schrœter. Il Miquel ha fatto l'osservazione che il Bacterio comune dell'atmosfera rappresentato alla Fig. 1 della Tav. IV, comunica al liquido una bella fluorescenza verdastra.

Abbastanza facile è trovare nell'aria il *Bacterium termo,* il *B. punctum,* il *B. catenula* ed il Bacterio comune del Miquel. Dai fatti raccolti dal Fodor (1) resulterebbe che fra le Bacteriacee dell' atmosfera, i Microbacteri sarebbero quelli che si incontrano con maggiore frequenza, e fra questi più frequenti sarebbero quelle specie che presiedono agli atti della putrefazione. Se si considera che i processi di scomposizione delle materie organiche morte, son quelli che si verificano con maggior frequenza alla superficie della terra, è naturale che nell'aria si debbano trovare con una certa abbondanza i germi di quei Microbacteri che danno origine alla putrefazione. Le forme di Microbacteri che il Fodor dice di aver trovate nell'aria, sarebbero più numerose di quelle ammesse dal Cohn.

Dei vari Microbacteri patogeni descritti dal Coze e Feltz, non è stato fino ad ora trovato traccia nell' atmosfera.

Anche i Bacteri offrono le loro difficoltà per esser riconosciuti al microscopio. Il Cohn, che non ammette che due specie di Microbacteri, l'una più corta, il *Bacterium termo*, l'altra più lunga, il *B. lineola,* dice che questi microfiti non formano mai dei filamenti lunghi come i Bacilli, e sebbene possano presentarsi in forme separate, o accoppiate in catenella, o riunite in Zooglæa, come i Micrococchi, conservano tuttavia la forma di corti cilindri o bastoncelli, animati da un movimento, e con tali apparenze da potersi sempre distinguere da un Micrococco.

Ad onta di questa recisa affermazione dell' illustre Botanico di Breslau, bisogna confessare che non sempre è cosa facile distinguere un Bacterio da un Micrococco, perchè questi due generi, oltre ad assumere talvolta le medesime disposizioni nei loro aggruppamenti, la qual cosa potrebbe indurre di per se stessa in errore, possono altresì ravvicinare le loro forme ad uno stesso tipo, non essendo tanto raro poi il veder dei Bacteri, che lasciata la forma cilindrica, prendono quella sferoide o globosa che è propria dei Micrococchi. Nè del pari impossibile è il caso che un Bacterio possa venir confuso

(1) *Fodor* loc. cit. p. 108.

con un Bacillo, quando quest' ultimo invece di svilupparsi in lunghi filamenti, assuma, come pur troppo avviene, le forme corte e a bastoncello. Un Bacterio ad articoli piuttosto lunghi, somiglia ad un Bacillo ad articoli corti; un Bacillo ad articoli brevi, ad un Bacterio con articoli lunghi. Come carattere distintivo fra questi due generi, può invocarsi il fatto che i Bacteri mancano di quei corpuscoli brillanti o spore, notate nei Bacilli, e che una temperatura di + 70° C. è capace di uccidere o rendere inerte un Bacterio, mentre resta insufficiente a produrre il medesimo effetto sulla maggior parte dei Bacilli. Ad onta di queste differenze bisogna convenire che non sempre tale distinzione è facile e possibile.

3.° — Desmobacteri.

Sotto questo nome possono comprendersi tutti quei Bacteri che resultano da cellule filamentose, rigide, sprovviste di clorofilla, di lunghezza indeterminata, di larghezza variabile fra $0^{mm},001$ e $0^{mm},003$, provviste o non provviste di motilità.

Nel gruppo dei Desmobacteri si comprendono i generi *Bacillus* (*Bacteridium* del Davaine, *Bacterium* del Delafond) a filamenti sottili e corti in forma di bastoncelli; il genere *Leptothrix,* in filamenti sottilissimi e lunghi; il genere *Beggiatoa,* con filamenti spessi e lunghi, tutti generi con filamenti indistintamente articolati; e finalmente il genere *Crenothrix* a filamenti con distinte articolazioni.

Le figure 1, 2, 3, 4, 5 e 6 della Tav. V rappresentano alcuni Bacilli dell' atmosfera descritti dal Miquel (1), ora sotto forma di articoli e filamenti perfettamente rettilinei, ora curvi in tutti i sensi, ora avvolti ad elica, ora sottili o più grossi.

La figura 1 mostra in un Bacillo atmosferico, singolare per la sua eccessiva larghezza, che può oltrepassare i $0^{mm}, 002$; e la figura 2 riproduce le fasi successive di questo Bacillo. Le sue spore danno immediatamente un individuo adulto; esse sono molto refrangenti, di forma ellittica o piuttosto cilindroide, ma poste in un liquido carico di principii nutritivi, perdono rapidamente il loro aspetto brillante, si gonfiano e divengono perfettamente sferiche. Il globulo che resulta da questa trasformazione, non tarda a strangolarsi leggermente e a sdoppiarsi in due globuli, ognuno dei quali assume in seguito la forma ellissoide e poi di bastoncello. La separazione degli articoli così formati, si compie più tardi, quando i due filamenti aderenti hanno acquistato tutto il loro vigore da separarsi dopo numerosi movimenti di flessione e di controflessione, eseguiti a livello dell' articolazione. Il Miquel su 100 Bacilli atmosferici trovò 10 o 12 volte questo grosso Bacillo.

La figura 3 (Tav. V) riproduce un Bacillo in filamenti stretti, lunghi e rigidi, che spesso si mostrano di un' agilità sorprendente, e che hanno qual-

(1) *Miquel.* Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris, 1883, p. 112 e Fig.. 42.

che rassomiglianza col *Bacillus amylobacter* del Trécul e del Van Tieghem (Miquel).

La figura 4 (Tav. V) rappresenta un Bacillo molto volgare, che dopo i Micrococchi ed i Bacteri, è il microfito che più abbonda nell' atmosfera. Secondo il Miquel il suolo è talmente ricoperto da questo Bacillo, che non è possibile posare sulla terra o sopra un oggetto un capo di spillo, senza raccoglierne qualche individuo. La figura 5 (Tav. V.) riproduce alcune forme del medesimo Bacillo, quando vegeta in liquidi ricchi di sostanze nutritive. Le sue spore, che sono ellittiche e che si formano con incredibile rapidità, posson resistere ad una temperatura di 100° (Brefeld e Chamberland), ed anche per più ore a quella di 105° (Miquel).

La figura 6 (Tav. V) fa vedere un altro Bacillo atmosferico, in bastoncelli e filamenti estremamente tenui, e che alla fine della sua esistenza si risolve in corpuscoli puntiformi, che molto probabilmente sono le sue spore.

Fra i Desmobacteri che possono incontrarsi nell' aria, vanno rammentati anche i seguenti:

Il *Bacillus ruber,* Cohn; con cellule rosse, isolate o riunite in catenelle di 2, 3 o 4 articoli, che si muovono rapidamente.

Il *Bacillus ulna,* Cohn, (*Vibrio bacillus* del Müller e dell'Ehrenberg); rappresentato dalla figura 7 della Tav. V, che è la più grossa specie, con cellule rigide, lunghe $0^{mm},008$ a $0^{mm},010$ e larghe $0^{mm},001$, riunite bene spesso in catene di 2 a 4 articoli in linea retta o in linea spezzata, che si muovono rotando sopra sè stesse, o progredendo indifferentemente nei due sensi.

Il *Bacillus subtilis* (*Vibrio subtilis* dell'Ehrenberg), (Fig. 8, Tav. V), con cellule filiformi, sottilissime, lunghe da $0^{mm},005$ a $0^{mm},006$, che hanno spesso un movimento di flessione attiva o passiva, o di traslazione in avanti o all' indietro.

Il *Bacillus anthracis* (*Bacteridium anthracis* del Davaine) (Fig. 1, 2, 3 e 4, Tav. IX).

Il *Bacillus malariæ* del Klebs e del Tommasi (Fig. 1-6, Tav. VIII).

Il *Bacillus amylobacter* del Trécul.

Il *Leptothrix buccalis* del Robin, e molti altri che sarebbe lungo descrivere (1).

Non tutti i Desmobacteri dell' aria sono composti di filamenti unici, ma ne abbiamo anche dei ramosi, come quello descritto e figurato dal Miquel (2). Questo organismo, che esaminato al microscopio con un ingrandimento di 300 diametri apparisce come un feltro di filamenti esilissimi, a 1000 diametri si risolve in tronchi ben distinti, con ramificazioni laterali, le cui estremità talvolta son provviste di fruttificazioni. Un altro Desmobacterio ramoso, molto comune nelle acque correnti, è stato trovato per ben due volte nell' atmosfera dallo stesso Miquel. Questo microfito si moltiplica rapidamente

---

(1) Del *Bacillus anthracis* e del *B. malariæ* sarà parlato estesamente nella Parte III, Cap. III.
(2) Ann. d. l' Obs. d. Montsouris, 1883, pag. 114, fig. 43.

nei liquidi nutritivi i più diversi, mostrando bellissime ramificazioni. Manca lo sporangio, ma nell'interno dei filamenti appariscono spore molto refrangenti. Il modo di ovulazione è identico a quello dei Bacilli volgari.

Fra tutti i Bacilli ve ne sono alcuni che possono raggiungere una lunghezza straordinaria; e questi sono i Bacilli aerobi. Quando sia posto a vevegetare in una infusione ove abbia libero accesso l'aria, e si rinnovi per conseguenza l'ossigeno mano mano che si consuma, il Bacillo vi si mostra agilissimo, relativamente corto, ed il fenomeno della scissione, si compie senza sforzo e rapidamente. Ma se l'ossigeno giunge scarso e con difficoltà nella infusione, i Bacilli trovandosi ben presto in un'atmosfera di acido carbonico, cercano di raggiungere la superficie del liquido, si stipano gli uni contro gli altri, si allungano e formano un vero feltro fittissimo di filamenti impenetrabili, che alla loro volta si sezionano e fruttificano.

I Bacilli volgari hanno due modi di riproduzione. L'uno, che è l'ordinario, per scissione; l'altro per semi o spore nate nell'interno del filamento. Il Van Tieghem (1) descrive con perfetta chiarezza i periodi successivi dello sviluppo dei Bacilli sporigeni, che secondo lui, comprende quattro fasi. Nella prima l'articolo si allunga e si tramezza, e qualche volta gli articoli si separano come nel *Bacillus subtilis,* o rimangono riuniti in filamenti come nel *Bacillus anthracis.* Nella seconda fase gli articoli già sviluppati ingrossano sensibilmente, e divengono sede di trasformazioni chimiche interne. Nel terzo stadio, o fase di riproduzione, in ciascun articolo si forma una spora sferica o ovoide, omogenea, refrangente fortemente la luce ed a contorno oscuro, che dopo alcuni mutamenti compiuti nell'interno dell'articolo, finalmente ne esce e rimane libera. La quarta fase è rappresentata dallo sviluppo o germinazione della spora, che posta in condizioni favorevoli, impallidisce, manda fuori un piccolissimo tubo, il quale allungandosi rapidamente, si tramezza e forma la nuova pianta.

I Bacilli adulti possono esser privi o dotati di movimento. Fra i Bacilli immobili v'è il *Bacillus anthracis;* fra i mobilissimi il *B. subtilis,* aerobio, ed il Fermento butirrico del Pasteur, anaerobio. I movimenti dei Bacilli sono di vario genere; talora il filamento percorre una linea retta in modo lento o con straordinaria rapidità; ora gira su sè stesso con celere movimento rotatorio; ora invece, e questo è il caso più frequente, il Bacillo si avanza con moti regolari di oscillazione.

I Bacilli, per condizioni particolari alle quali abbiamo già accennato, possono assumere forme e aspetto ben diverso dal loro abituale, da esser confusi con altri Bacteri. Nel medesimo modo che si possono avere dei Micrococchi bacilliformi, così un Bacillo può assumere l'apparenza di un Micrococco, e mostrarsi formato da cellule più globose che cilindriche, e riunite a filza. Sbagliarlo allora con uno Sferobacterio è assai facile, inquantochè in questi casi il Bacillo non fa vedere nel suo interno alcuna di quelle granulazioni brillanti, la cui presenza contribuisce nei casi dubbi a farlo distin-

(1) *Van Tieghem.* Bull. Soc. Chim. d. France, t. XXIV, pag. 129.

guere. Bisogna allora ricorrere alla prova della cultura, e seminando il Bacillo in differenti liquidi nutritivi, e in condizioni diverse di temperatura e di aereazione, vedere se riprende la forma filamentosa appartenente alla sua specie, e se fornisce delle spore.

4.° — Spirobacteri

Gli Spirobacteri sono caratterizzati da filamenti ondulati o ravvolti a spirale, e comprendono tre generi. Il genere *Vibrio* a filamenti corti leggermente ondulati; il genere *Spirillum,* a filamenti corti, rigidi e a spirale; il genere *Spirochœte,* a filamenti lunghi, spirali in tutta la loro lunghezza, flessibili e agilissimi.

Vibrioni. — Oggidì dalla maggior parte degli autori per Vibrioni s'intende una classe di organismi non rigidi, ma molli, che nelle infusioni si muovono progredendo come le anguille. Col medesimo nome invece alcuni pochi autori, fra i quali il Pasteur, insistono a designare taluni microfiti, i quali, come il *Vibrio septicus* e i Vibrioni claviformi che il Duclaux trovò nelle diverse fermentazioni che accompagnano la fabbricazione del formaggio, debbono invece esser considerati come veri e propri Bacilli.

Non tutti ammettono che i Vibrioni sieno molli e flessibili, e per alcuni anzi questi organismi avrebbero la proprietà di esser rigidi. Se però nei Vibrioni che appariscono rigidi si distrugga la motilità, allora è dato vedere che i loro filamenti si fanno molli e flessibili, ondeggiando e piegandosi a tutte le correnti del liquido della preparazione microscopica.

Il movimento dei Vibrioni può esser quello delle anguille, oppure un movimento ad elica che si eseguisce attorno all'asse longitudinale. La locomozione dei Vibrioni rigidi non è stato per anco bene spiegata, ma si suppone che essa possa accadere per mezzo di cigli, che secondo le più recenti investigazioni, si troverebbero in tutti i Bacteri. Il Dujardin resta in dubbio sul modo di spiegare i movimenti dei Vibrioni, ed il Davaine dice che per risolvere la questione occorrono nuovi mezzi di investigazione.

Le prime quattro figure della Tav. VI, rappresentano alcune specie di Vibrioni.

La figura 1 fa vedere il *Vibrio rugula* del Müller, che si trova comunemente nelle infusioni aggruppato in sciame, ed anche nella patina dei denti, nelle feccie fisiologiche e nelle dejezioni dei colerosi. I suoi filamenti presentano nella parte centrale una debole curvatura ed hanno due movimenti, l'uno di rotazione, l'altro di progressione. Il primo si fa più o meno rapido intorno al loro asse maggiore; il secondo, che può esser più o meno accelerato, dà un'idea del movimento del serpente. Il Warming attribuisce cigli a questo Vibrione.

La figura 2 rappresenta il *Vibrio serpens* del Müller, che si trova in numerosi sciami nelle infusioni, ed anche nelle acque dei fiumi, con filamenti

rigidi, anulati, che hanno due o tre ondulazioni regolari, con un'altezza per ogni giro di $0^{mm},008$ a $0^{mm},012$. Anche il *Vibrio serpens* sarebbe provvisto di cigli (Warming).

La figura 3 mostra un Vibrione atmosferico, veduto dal Miquel, che forse potrebbe essere analogo al *Vibrio serpens.*

La figura 4 fa vedere un altro Vibrione atmosferico, di apparenza fusiforme, e singolare per l'eseguità delle sue dimensioni longitudinali.

I germi dei Vibrioni si trovano raramente sospesi nell'aria, e sono altrettanto rari nella rugiada e nelle acque di pioggia. Il Miquel non ne ha potuto raccogliere che le due specie sopra mentovate, e queste molto di rado, tanto è vero che su 100 Bacteri dell'atmosfera non si conta un solo Vibrione.

SPIRILLI. — Hanno il corpo filiforme, breve, contorto a spirale, rigido; con movimento ellissoide, ora in avanti ora all'indietro.

Le figure 5, 6 e 7 della Tav. VI, rappresentano tre delle principali specie di Spirilli.

La figura 5 mostra lo *Spirillum undula* dell'Ehrenberg o *Vibrio prolifer* del medesimo autore, che si trova, come lo *Spirillum tenue,* nelle infusioni animali e vegetali putrefatte, e nelle acque corrotte. I suoi filamenti sono più larghi, ma sempre avvolti a spirale. Lunghezza da $0^{mm},008$ a $0^{mm},010$; larghezza $= 0^{mm},005$; spessore del filamento $= 0^{mm},0013$. Hanno abitualmente un mezzo giro o un giro intiero, raramente uno e mezzo, due o tre. Il loro movimento si compie in senso spirale, ed è rapidissimo.

La figura 6 rappresenta lo *Spirillum volutans* dell' Ehrenberg, che si trova mescolato ad altri Bacteri nelle infusioni vegetali ed animali, nell'acqua del mare e nelle acque comuni. I suoi filamenti son larghi e spessi, avvolti regolarmente a spirale, ben separati, e di $0^{mm},013$ di altezza. Lunghezza totale da $0^{mm},025$ a $0^{mm},030$; larghezza $= 0^{mm},0066$; spessore $= 0^{mm},0015$. Hanno cigli ben definiti come fece osservare prima l'Ehrenberg, e quindi il Cohn ed il Warming.

Nella figura 7 si vede lo *Spirillum tenue,* Ehr., con filamenti leggermente tortuosi, a tre o quattro giri di spirale, ognuno dei quali ha una lunghezza e un diametro di $0^{mm},002$ a $0^{mm},003$. Il loro movimento, che è molto rapido, si compie a spirale.

Quantunque gli Spirilli, come le Spirochæte, si trovino con moltissima frequenza nelle macerazioni anatomiche, tuttavia i loro germi sono straordinariamente rari nell'atmosfera. Il Fodor nelle sue lunghe indagini sull'aria di Budapest, ha incontrato una sol volta lo *Spirillum tenue.*

SPIROCHÆTE. — Rappresentate da filamenti lunghi, flessibili, avvolti a spirale, agilissimi.

La figura 8 della Tav. VI, rappresenta una delle Spirochæte, la *Spirochæta plicatilis* dell' Ehrenberg, specie abbastanza rara, che si trova nelle infusioni, nelle acque stagnanti e nelle acque del mare. Essa è formata da

filamenti non estensibili, torti in lunghissime elici suscettibili di ravvolgersi sopra se stesse e di muoversi ondulando. Lunghezza totale da $0^{mm},130$ a $0^{mm},200$.

Nella Parte III diremo di un altra Spirochæta, la *Spirochœte Obermeieri* del Cohn, descritta per la prima volta dall' Heidenreich, e ritenuta come la causa del Tifo ricorrente (Fig. 5, Tav. VII).

Le Spirochæte non sono state, ch'io mi sappia, fino ad ora scoperte nell'aria.

CAPITOLO VII.

Provenienza, quantità e variazioni dei Bacteri atmosferici.

Art. 1. — Provenienza dei Bacteri nell'aria libera.

Alle poche parole dette sulla provenienza dei germi atmosferici in genere, aggiungeremo adesso qualche altra osservazione referibile più specialmente ai Bacteri.

L'aria prende questi microrganismi dal suolo o dalle acque, cioè dalle due sorgenti che ne sono straordinariamente cariche. Qualunque sieno i metodi di coltivazione e la natura dei liquidi nutritivi, i Bacteri dell'aria si mostrano di natura poco variata a confronto di quelli che pullulano nell'interno del suolo e in mezzo alle acque. Dicemmo già come i Vibrioni delle infusioni putride ed i Bacilli anaerobi si trovino raramente nell'atmosfera, e come vi manchino quasi sempre gli Spirilli e molte altre specie facili a trovarsi non solo nelle acque corrotte, ma anche in quelle correnti. Le acque di pioggia e le acque potabili a volume pari, sono più ricche di Bacteri da 4 a 500 mila volte di quello che sia l'aria.

Se l'acqua è la sede dei Bacteri adulti, l'aria lo è dei loro germi. Tuttavia tanto l'una che l'altra hanno le loro specie particolari e predilette, se non esclusive. Se nell'acqua abbondano in modo portentoso i Bacteri comuni ed i Bacilli, nell'aria sono comuni i Micrococchi. Raccogliendo in pochi centimetri cubi di acqua il pulviscolo di parecchi metri cubi di aria, e paragonando quest'acqua ad egual volume di acqua di fiume, il microscopio svelerà facilmente le differenze fra i microrganismi dell'una e quelli dell'altra, e farà vedere che fra loro non è possibile alcun ravvicinamento.

Ad onta di tali differenze non v'ha dubbio che i germi di Bacteri sospesi nell'atmosfera non derivino anche dalle acque; ma il loro serbatojo per eccellenza è il suolo. Basti dire che un sol grammo di terriccio, passato per staccio in modo da toglierví i sassolini grossi come un capo di spillo, contiene più di 1 milione di Bacteri.

La superficie del terreno, più che gli strati profondi, è la parte del suolo che distribuisce i Bacteri nell'aria. Non è già che negli strati interni questi

organismi vi si trovino in minor copia, che anzi in grazia delle scomposizioni delle materie organiche di cui è ricco il sottosuolo, vi sono abbondantissimi; ma mentre i venti e le altre influenze atmosferiche e telluriche non hanno presa sui Bacteri così sepolti, li staccano invece facilmente dalla superficie del suolo e li trasportano nell'atmosfera. Nei movimenti di terra, quali occorrono per le fondamenta e per lo scavo di fossi e trincere, i Bacteri degli strati profondi vengono portati alla superficie del terreno, ed allora, trovandosi in condizioni adatte per esser tolti e trasportati dai venti, possono infettare l'aria col loro numero.

Fu creduto che gli scambi gassosi che succedono fra il suolo e l'atmosfera, e specialmente lo svolgimento di gas dovuto ai processi putrefattivi, fosse sufficiente a trascinare seco i Bacteri e spanderli nell'aria; e fu spiegato così dai partigiani della teoria dei fermenti figurati, il fatto che l'infezione malarica poteva essere più o meno sentita, a seconda di alcune condizioni atmosferiche e telluriche (temperatura, pressione), capaci di favorire gli scambi gassosi fra il suolo e l'aria. Gli esperimenti eseguiti dal Miquel (1) per chiarire questo punto, dimostrano che qualunque sia l'intensità dello sviluppo gassoso che si compie nel suolo, non è mai sufficiente a trascinare seco quei Bacteri che si trovano sepolti più o meno profondamente. Il Miquel fece passare a più riprese 40, 325, 852, 910, 1805 litri di aria a traverso della terra umida, presa a $0^m,20$ di profondità, senza che quest'aria si mostrasse adatta a determinare la più piccola alterazione di un liquido nutritivo. Da questo esperimento non solo si trae la conclusione che l'aria filtrata a traverso il suolo è incapace di caricarsi di Bacteri, anche se il terreno li contenga in grandissima copia, ma che al contrario, attraversandolo, si purifica completamente. Alla terra più o meno impura che aveva servito al Miquel per i primi esperimenti, fu sostituito del terriccio fresco mescolato a carne putrefatta finamente tagliuzzata, ed anche in questo caso l'aria aspirata a traverso questa massa di sostanze putride nella quantità di 2088 litri, si mostrò impotente a indurre l'alterazione delle infusioni organiche ove era fatta gorgogliare. Da tutto questo parmi resultare che i Bacteri del terreno non sono da temersi, che allorquando per i movimenti di terra vengono portati dagli strati profondi alla superficie, e quivi per gli attriti distaccati e sollevati dai venti.

Nè solamente i gas che si svolgono dal terreno sono incapaci a farsi veicolo di Bacteri, ma contrariamente a quello che viene asserito da alcuni autori, nemmeno i vapori umidi che si sollevano dal suolo, dalle acque corrotte e dalle infusioni organiche imputridite non contengono mai Bacteri, come ha potuto dimostrarlo il Miquel con ingegnosi esperimenti fino dal 1881.

I Bacteri che si trovano nell'aria libera di un dato luogo, tanto nella aperta campagna, quanto in un centro abitato, traggono la loro origine localmente sia dal terreno, sia dalle strade o dall'interno delle abitazioni; ovvero possono venire da regioni più o meno lontane trasportati dalle correnti

(1) *Miquel,* Ann. de l'Obs. de Montsouris, 1881, pag. 486.

atmosferiche. Per l'aria libera della città, il contingente recato dalla campagna è ben piccolo, e questo è naturale sapendo che l'aria della città è dieci volte più ricca di Bacteri di quella dei campi, dal che si può concludere che se 1/10 di tali organismi vi giunge dalla campagna, gli altri 9/10 debbono avere la loro origine sul luogo stesso, cioè dalle strade e dall'interno delle abitazioni.

Art. 2. — Quantità dei Bacteri dell'aria libera.

Gli autori non si trovano d'accordo sopra il numero totale dei Bacteri sospesi nell'aria libera. Alcuni li dicono straordinariamente abbondanti, altri invece li ritengono estremamente rari. Il Cunningham nel suo lavoro sull'aria di Calcutta confessa le difficoltà grandi che s'incontrano in questo genere di determinazioni. Mentre da un lato il Pasteur afferma quasi insignificante la quantità dei germi di Bacteri nell'aria, di fronte a quelli che si trovano nell'acqua e alla superficie del suolo, il Tyndall (1) scrive che l'atmosfera talvolta è tanto carica di questi microfiti, che le manipolazioni necessarie pel loro studio divengono di una estrema difficoltà; e che tal' altra invece è di un' estrema purezza.

Le osservazioni le più diligenti e le più numerose sul numero dei Bacteri atmosferici, si debbono principalmente al Fodor, al Miquel, all' Yung, ed al Freudenreich. I resultati ottenuti da questi autori sono tanto più attendibili, non solo per la esattezza dei metodi adoperati, quanto anche perchè le osservazioni del Miquel e del Fodor abbracciano lunghi periodi di tempo non interrotti.

Secondo il Fodor (2) fra gli organismi viventi dell'aria da lui raccolti a Budapest dall'Ottobre 1877 a tutto il Novembre 1879, gli ospiti i più frequenti erano i Bacteri. Sopra un totale di 646 osservazioni, il Fodor li trovò presenti 522 volte, mentre mancarono affatto 124 volte (3). In quanto alle proporzioni relative fra i diversi generi di Bacteri, l'autore ci fa sapere che nelle 522 osservazioni positive, ebbe 227 volte presenza di Sferobacteri, 440 volte di Microbacteri, 94 volte di Desmobacteri, e 26 volte di Spirobacteri; dal che si può dedurre la proporzione centesimale che appresso:

Su 100 Bacteri.

Sferobacteri	29
Microbacteri	55
Desmobacteri	12
Spirobacteri	4
	100

(1) *Tyndal*, Les microbes. Paris 1882, pag. 135.
(2) *Fodor*, Loc. cit., pag. 101.
(3) L'aver trovato il Fodor l'aria priva di Bacteri più di quello che poteva attendersi, si deve senza dubbio all'imperfezione del metodo usato dal Fodor, del quale parleremo a suo tempo.

Stando alle esperienze del Miquel la cifra media dei Bacteri dell'aria, dedotta dalle osservazioni ebdomadarie durante il quinquennio 1880-1884, oscillerebbe fra i 400 e i 500 per ogni metro cubo (1).

In quanto alla frequenza relativa dei diversi generi di Bacteri, il Miquel ottenne resultati ben diversi da quelli del Fodor. Per il Miquel il genere *Micrococcus* sarebbe straordinariamente abbondante, tanto nell'aria libera quanto in quella confinata, come resulta dalle seguenti cifre:

PROSPETTO N.° 18.

Natura e proporzione relativa dei Bacteri raccolti in diverse atmosfere. (Miquel).

Luoghi dove fu raccolta l'aria	Micrococcus	Bacillus	Bacterium	Totale
IV Circondario di Parigi	93	5	2	100
Parco di Montsouris	73	19	8	100
Spedale di Parigi	86	9	5	100
Abitazioni private di Parigi	84	10	6	100
Laboratorio di Montsouris	81	16	3	100
Stanze inabitate	54	47	1	100
Fogne di Parigi	60	14	26	100

§ 1. — *Variazioni nella quantità dei Bacteri atmosferici a seconda delle epoche.*

Il numero dei Bacteri dell'aria è soggetto a variare nei diversi anni, nelle stagioni, nei mesi, nelle settimane, nei giorni e perfino nelle diverse ore del giorno.

Variazioni stagionali. — Queste oscillazioni si producono e si ripetono in modo da rendersi ben sensibili anche ad una osservazione superficiale. Che il numero dei Bacteri sia variabile da una stagione all'altra, è confermato tanto dagli studi del Fodor che da quelli del Miquel. Ma dove questi due autori non vanno d'accordo è sul modo con cui le variazioni si

(1) Vedi il Prospetto riportato nell'Annuario di Montsouris del 1885 a pag. 487. Le cifre di questo Prospetto non combinano affatto con quelle degli altri Annuari anteriori al 1884, nè con i quadri che lo stesso Miquel dà alla pagina 212 e 213 del suo libro (*Les organismes vivants de l'atmosphère*, Paris, 1883). Le nuove cifre sono quasi otto volte maggiori delle antiche. Le ragioni che hanno indotto il Miquel a questi cambiamenti, sembra derivino dall'aver variato, dopo il 1883, il liquido nutritivo per la raccolta e la cultura dei Bacteri, e di aver sostituito alle soluzioni dell'estratto del Liebig, il brodo di carne recentemente preparato e di reazione neutra. Per rendere paragonabili i resultati dei primi anni, il Miquel avrebbe dunque corretto le sue statistiche in modo da crescere le cifre ottenute, di quel tanto che loro mancava per non essersi fin da principio servito del liquido che poi ha adottato. Così almeno appare da una nota inserita a pagina 500 dell'Annuario del 1885.

verificano rispetto ad una data stagione. Dagli esperimenti del Fodor resulterebbe che il massimo dei Bacteri si nota nella primavera, il minimo nell' autunno; e le stagioni si succederebbero con quest' ordine: primavera, estate, inverno, autunno. Per il Miquel invece è l'estate la stagione più ricca di Bacteri; è l' inverno quella più povera, e le stagioni per lui si succederebbero nel seguente ordine: estate, primavera, autunno, inverno.

Riproduco qui due Prospetti che danno le variazioni dei Bacteri nelle diverse stagioni, l'uno che ho costruito giovandomi delle cifre del Fodor, l'altro che prendo ad imprestito dal Miquel.

PROSPETTO N.° 19.

Variazioni stagionali dei Bacteri nell' aria di Budapest. — (Fodor).

STAGIONI	Sfero-bacteri	Micro-bacteri	Desmo-bacteri	Spiro-bacteri	Totale
Inverno	47	51	7	0. 6	105. 6
Primavera	41	77	21	13. 7	152. 7
Estate.	39	69	19	1. 9	128. 9
Autunno.	19	61	11	1. 7	99. 7
Totali . . .	146	250	58	17. 9	479. 9

PROSPETTO N.° 20.

Variazioni stagionali dei Bacteri nell' aria di Montsouris. — (Miquel).

STAGIONI	Bacteri sopra 1m. c. di aria
Inverno.	260
Primavera	495
Estate	650
Autunno	380
Media annua	445

Non sempre però le cose procedono con questa regolarità, e non è raro il caso in cui il massimo dei Bacteri piuttosto che in estate coincida con i mesi dell' autunno. Quale eccezione poi accade che il maggior numero di Bacteri si verifichi nella primavera, come ebbe ad osservare lo stesso Miquel nell'anno 1882-1883, quando la cifra dei Bacteri nella stagione primaverile si elevò a 550, mentre nell'autunno e nell'inverno si mantenne fissa

a 115 (1). Più tardi accenneremo alle cause che possono dar ragione di queste differenze.

VARIAZIONI MENSILI. — Altrettanto importanti sono le oscillazioni che subiscono i Bacteri nei diversi mesi dell' anno.

PROSPETTO N.° 21. (2)

Medie mensili dei Bacteri nell' aria del Parco di Montsouris.
(MIQUEL).

MESI	Bacteri sopra 1m. c. di aria										MEDIA
	1880		1881		1882		1883		1884		
	Bacteri	Temp.	Bacteri	Temp.	Bacteri	Temp.	Bacteri	Temp.	Bacteri	Temp.	
Gennaio. . . .	250	- 0°,5	315	- 1°,4	440	2°,3	110	4°,7	145	6°,-	250
Febbraio . . .	105	5.4	220	4.9	290	4.4	75	6.1	140	6.3	165
Marzo.	650	10.2	520	8.2	245	9.3	160	3.8	240	8.1	365
Aprile.	390	10.-	335	9.5	420	10.8	630	10.-	360	8.9	425
Maggio	1370	13.8	500	13.4	280	13.8	405	14.4	400	15.-	605
Giugno	270	15.9	645	16.3	150	15.8	620	16.9	580	15.5	455
Luglio	380	19.1	1330	20.6	300	17.8	1000	17.4	490	20.1	700
Agosto	330	19.4	780	17.2	560	17.2	940	18.5	445	20.7	610
Settembre. . .	900	16.7	735	14.5	520	14.4	580	15.7	490	17.1	645
Ottobre	995	10.-	800	7.8	160	11.7	430	10.3	370	—	551
Novembre. . .	740	5.8	490	8.6	90	8.3	175	7.2	—	—	375
Dicembre . . .	345	7.2	365	2.4	95	5.1	190	4.7	—	—	220
Medie . .	560	11°,1	590	10°,3	320	10°,9	440	10°,7	(370)	(13°,-)	480

Un attento esame del precedente Prospetto, fa vedere come le medie mensili nella cifra dei Bacteri, non presentino quelle variazioni graduate che abbiam visto succedere nella quantità delle spore delle Muffe, durante il passaggio dalla stagione fredda a quella calda, e viceversa. Un altro fatto che resulta sempre dalle cifre precedenti, è che la quantità dei Bacteri osservata nei singoli mesi può esser differente nei diversi anni, e che, ad esempio, ora i mesi estivi sono ricchi di microbi, ora invece ne son poveri. Se nell' anno 1880 il numero dei Bacteri ebbe oscillazioni mensili saltuarie che non erano d'accordo con le temperature corrispondenti, negli anni successivi gli

(1) Ann. de l'Obs. d. Montsouris, 1884, pag. 519.

(2) Alle cifre di questo Prospetto, che si leggono a pag. 487 dell'Annuario di Montsouris del 1885, ho creduto bene di aggiungere le corrispondenti cifre delle temperature medie mensili, tolte dall'osservazioni metereologiche che si fanno a Montsouris (Annuario 1885 pag. 195), per avere un'idea dell' influenza esercitata dalla temperatura sul numero dei Bacteri.

aumenti e le diminuzioni avvennero in modo graduato, ma non sempre però il massimo dei Bacteri ebbe coincidenza con le temperature più elevate. Vedremo in appresso quali possono essere le cagioni capaci di opporsi alla influenza che la temperatura esercita sullo sviluppo di questi microrganismi.

Il seguente Prospetto dà le variazioni ed i singoli generi di Bacteri, osservati dal Fodor nell'aria di Budapest dall' Ottobre 1877 a tutto il Novembre del 1879.

PROSPETTO N.° 22.

Variazioni mensili nel numero e nelle specie dei Bacteri dell' aria di Budapest. — (Fodor).

DATE	N.° delle osservazioni	Sfero-bacteri	Micro-bacteri	Desmo-bacteri	Spiro-bacteri	Assenza di Bacteri
1877 Ottobre . . .	16	4	20	1	1	3
» Novembre . .	30	8	21	5	1	6
» Dicembre . .	31	14	11	1	0	9
1878 Gennaio . . .	30	12	15	2	0	8
» Febbraio. . .	28	12	17	4	1	4
» Marzo	29	12	16	3	4	8
» Aprile	30	15	21	5	3	3
» Maggio. . . .	28	14	27	5	9	0
» Agosto. . . .	12	9	11	3	0	0
» Settembre . .	27	13	24	11	0	1
» Ottobre . . .	31	—	30	—	—	1
» Novembre . .	30	5	29	3	—	1
» Dicembre . .	17	4	2	0	0	13
1879 Gennaio . . .	28	15	12	2	0	11
» Febbraio. . .	27	15	21	2	0	2
» Marzo	28	16	21	5	2	4
» Aprile	30	12	27	8	1	0
» Maggio. . . .	30	4	23	10	5	4
» Giugno. . . .	30	6	23	4	1	5
» Luglio	31	14	17	6	0	7
» Agosto. . . .	31	12	21	7	1	9
» Settembre . .	27	4	23	6	0	4
» Ottobre . . .	30	6	11	1	0	13
» Novembre . .	15	1	7	0	0	8
Totale . . .	646	227	440	94	29	124

Dalle osservazioni del Fodor, mentre appare che gli organismi da lui notati erano distribuiti nell'atmosfera con una certa regolarità, bisogna dire che questa regolarità mancava affatto nelle oscillazioni del loro numero, nè v'era alcun legame con questo e le variazioni atmosferiche dei diversi mesi. Quest'ultimo resultato, che è in contradizione con quelli avuti a Montsouris, e che tenderebbe a negare il rapporto fra il numero dei Bacteri e le diverse condizioni atmosferiche che vedremo regolare le loro oscillazioni, si deve certamente al metodo imperfetto prescelto dal Fodor nel raccogliere le polveri atmosferiche, e non si può fare a meno di pensare che da questo lato le indagini del Fodor perdono di quel valore, che avrebbe loro conferito il numero grande e la diuturnità non interrotta.

Variazioni giornaliere ed orarie. — La proporzione dei Bacteri subisce inoltre delle oscillazioni ebdomadarie, giornaliere ed anche orarie. Sarebbe certo di grande importanza il poter conoscere queste diverse fasi, e stabilire quali sieno i fenomeni atmosferici e tellurici capaci d'indurre a corto intervallo di tempo queste variazioni. Non si può disconoscere però le difficoltà grandissime inerenti a tal genere di valutazioni. Gli aumenti e le diminuzioni dei Bacteri, posti sotto il dominio di condizioni atmosferiche altamente variabili come la temperatura, la pressione, lo stato igrometrico e i venti, si verificano, al pari delle cause che le producono, in modo brusco e inaspettato, e l'esser perciò obbligati a ricorrere ad ogni minuto a valutazioni esatte, che prendono tempo infinito e che necessitano mezzi straordinari e spazio, costituisce difficoltà tali che non si possono sempre vincere nè con la pazienza nè con l'abilità. Per ottenere un esatta statistica oraria dei Bacteri, volendo usare il metodo delle culture frazionate proposto dal Miquel, bisognerebbe per lo meno porre in esperimento a ciascun'ora da 25 a 30 liquidi nutritivi, vale a dire da 600 a 700 recipienti di cultura in in un giorno, ossia 200000 in un anno. Ammesso anche di poter disporre di un personale numerosissimo per le manipolazioni necessarie a preparare i liquidi, eseguire le culture, ed esaminarle poi al microscopio, resterebbe sempre la quistione dello spazio necessario a contenere sì gran numero di vasi e di apparecchi.

Il Miquel persuaso col fatto delle gravi difficoltà che porta dietro la valutazione oraria dei Bacteri atmosferici fatta con l'aiuto delle culture frazionate, ha immaginato un apparecchio capace di registrare queste variazioni, che sarà descritto nella IV Parte.

Le esperienze che il Miquel (1) ha fatto con tale apparecchio sommano a dieci, e comprendono ognuna un periodo di 12 ore, cioè dalle 8 della mattina alle 8 della sera. Esse furono eseguite nei mesi di Maggio, Giugno e Settembre del 1883, e nel Marzo, Maggio, Giugno, Luglio e Agosto del 1884. Dalle cifre ottenute, e meglio ancora dal diagramma che ripro-

(1) *Miquel*. Des variations horaires des Bactèries. (Ann. d. l'Obs. d. Montsouris 1885, pag. 580, e fig. 21 a pagina 582.)

duce la curva media della oscillazione, si vede che il minimo dei Bacteri coincide fra le 12 m. e l'1 p., cioè due ore avanti il massimo della temperatura, e che da questo punto la loro proporzione va regolarmente crescendo fino alla sera. Il Miquel per confortare la sua opinione sull'aumento vespertino dei Bacteri, ha istituito inoltre una serie di 12 esperienze di sei ore, i cui resultati medi sono indicati dai seguenti numeri proporzionali:

Ore	Numeri proporzionali dei Bacteri
Da mezzodì all' 1 p.	64
Dall' 1 p. » 2 p.	62
» 2 p. » 3 p.	102
» 3 p. » 4 p.	130
» 4 p. » 5 p.	128
» 5 p. » 6 p.	148

La constatazione di questi fatti, che si debbono alla infaticabile operosità del Miquel, del Benoist e degli altri Assistenti di Montsouris, è senza dubbio uno dei resultati più curiosi dello studio sistematico sui Bacteri. Sarebbe altrettanto importante l' avere con ugual precisione i resultati delle ore notturne, onde giudicare se in queste l'aumento dei Bacteri va sempre crescendo, oppure se avvenga un abbassamento simile a quello che accade alla metà del giorno. Da alcune osservazioni preliminari, ma incomplete, fatte dal Miquel a questo scopo, sembra che dalle otto di sera fino a mezzanotte, il numero dei Bacteri resti sempre elevato; che diminuisca considerevolmente da mezzanotte alle 3 del mattino, cioè due ore avanti il minimo termometrico, e che si rialzi poi rapidamente a partire dalle 4 ant., anche se la terra e le piante sieno coperte da abbondante rugiada. Parrebbe dunque che il massimo dei Bacteri della prima parte del giorno coincidesse colle 6 del mattino, nel medesimo modo che le 6 pomeridiane starebbero a rappresentare il massimo della seconda parte. Queste osservazioni notturne hanno però bisogno di ulteriori conferme avanti di concludere in modo definitivo (1).

Le statistiche bacterologiche fin qui notate, si referivano all'aria libera presa in condizioni medie e ordinarie, e non modificata in meglio o in peggio da condizioni speciali, come sarebbero l'altitudine e le influenze che possono esercitare i mari, e le grandi agglomerazioni di abitanti. Vediamo adesso se e quanto il numero dei Bacteri cresca o diminuisca, andando a sperimentare sull'aria libera delle alte cime montuose, e su quella sovrastante al mare, o al di sopra delle grandi città.

(1) Le osservazioni sono state eseguite in tempi asciutti. Ben s'intende che intervenendo la pioggia, questa debba modificare i resultati a seconda dell'ore in cui cade, inquantochè le precipitazioni acquose sono fra le cause più potenti a purgare l'atmosfera dai Bacteri che vi stanno sospesi.

§ 2. — *Variazioni nella quantità dei Bacteri atmosferici a seconda dei luoghi.*

Bacteri delle alte regioni dell'atmosfera. — Dicemmo già, parlando dei germi dell'aria in genere, che diversi autori sulle orme del Pasteur avevano intrapreso degli studi sul pulviscolo delle regioni montuose, e rammentammo le esperienze del Tyndall, dell'Yung, del Giacosa e del Freudenreich. Resta adesso a dire qualche cosa sulla presenza e sul numero dei Bacteri dell'aria presa a diverse altezze.

È un fatto ormai accertato che quanto più ci eleviamo al di sopra del suolo, tanto più l'aria diventa povera di corpuscoli organizzati. Basta inalzarzi a pochi metri sul piano medio di una città, vale a dire di un luogo in cui l'aria è sempre carica di Bacteri, per vedere immediatamente diminuirne il numero, e ridursi anche al di sotto di quello che si osserva nell'aria pura della campagna. Esperimenti fatti dal Miquel sulla sommità del Pantheon a Parigi, con differenze di soli 100 metri di altitudine, dimostrarono che l'aria non solo è sedici volte più pura di quella presa a livello della strada, ma è più pura anche di quella del Parco di Montsouris, come lo provano queste cifre (1):

Stazioni	Bacteri sopra 1m.c. di aria
Sommità del Pantheon	200
Parco di Montsouris	480
Strada di Rivoli	3480

Queste differenze che si accusano nel numero dei Bacteri sotto la dipendenza dell'altitudine, sono infinitamente più sensibili sperimentando sull'aria delle montagne a confronto con quella del piano.

Il Giacosa (2) nelle osservazioni già altra volta citate a proposito dei germi atmosferici in genere, e da lui eseguite nell'Agosto 1882 sul Monte Marzo, sull'Alpe delle Oche, e nei due villaggi di Collereto Perella e di Samone allo sbocco della Valle di Chiusella, ebbe per ciò che si riferiva ai Bacteri i seguenti resultati.

Stazione sul Monte Marzo prolungata per 7 giorni. Tempo buono; talora nebbie e venti. Osservazioni alle 7 ant. e alle 7 pom. Temperatura alle ore 11 ant. + 10°. Alpe dell' Oche: temperatura fra + 7° e + 14°.

I Bacteri si trovano nell'aria all'altezza di 2756m in proporzione minore che nella pianura. Anche dal lato qualitativo si hanno differenze fra i due luoghi.

Tutti i tubi esposti all'aria del piano contenevano Microbatteri e Sferobacteri. Sull'Alpe dell'Oche un tubo su 13 conteneva Microbacteri e Sferobacteri. Al Monte Marzo ugual proporzione fra i tubi infetti e quelli illesi.

(1) Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1885.
(2) *Giacosa*, Riv. Chim. Med., 1883, pag. 41, e Arch. Ital. di Biol., t. III, fasc. II.

Nei primi tre giorni l'aria che passava sul Monte Marzo presentava molti germi di Lieviti (*Saccaromyces, Torula, etc.*) che si svilupparono in tutti i tubi, quantunque vari fossero i liquidi di cultura.

I tubi dell'Alpe dell'Oche mostrarono solo in un caso o due, cellule di Lieviti.

Tali sono i resultati avuti dal Giacosa, ma sarebbe stato desiderabile che ai tubi aperti ed esposti senz'altro all'aria, perchè si caricassero delle polveri che questa spontaneamente vi deponeva, fossero invece stati preferiti metodi più perfetti quali oggi si posseggono, capaci di fornire non solo cifre sicure sul numero dei Bacteri, ma quello che più importa, di indicare con esattezza i volumi di aria che fornirono i loro germi (1).

Nell'estate del 1883 il Freudenreich di Berna intraprendeva delle esperienze sui microrganismi nell'aria della montagne Svizzere, ad altitudini che variavano da 2000 ai 4000 metri (2), e nel medesimo tempo raccoglieva il pulviscolo di regioni più basse, situate nei pressi del lago di Thun. Questi saggi venivano studiati dal Miquel (3). In altro luogo sarà descritto il metodo adoperato dal Freudenreich; notiamo intanto i resultati ottenuti in questa prima campagna, e mettiamoli a confronto con quelli avuti a Parigi nel Parco di Montsouris e nella strada di Rivoli presso a poco nella medesima epoca.

PROSPETTO N. 23.

Bacteri delle alte regioni dell' aria. — (FREUDENREICH).

	Bacteri su $10^{m.c.}$ di aria
Ad un'altezza che variava dai 2000^m ai 4000^m .	0
Al di sopra del Lago di Thun (560^m)	8
Nei pressi dell'Albergo Bellevue (560^m)	25
In una stanza dello stesso Albergo.	600
Nel Parco di Montsouris	7600
A Parigi, Strada di Rivoli	55000

Dalle quali cifre si deduce che in $10^{m.c.}$ di aria, presa ad altezze variabili fra i 2000^m e i 4000^m, non esisteva alcun Bacterio; che l'aria del lago di Thun è 3 volte meno carica di Bacteri di quella dei luoghi vicini, e che è 300 volte più pura di quella del Parco di Montsouris, e 2200 volte più di quella della Strada Rivoli a Parigi.

(1) Vedi nella IV Parte, Libro II, Cap. V, il metodo usato dal Giacosa per raccogliere il pulviscolo atmosferico.

(2) I saggi di aria, furono raccolti nei seguenti luoghi ed in queste proporzioni: litri 300 al Colle di Strahlegg, a 3200^m; litri 400 sulla cima dell'Eiger, 3976^m; litri 500 alle falde dell' Eiger, 2100^m; litri 1500 sulla cima dello Schilthorn, 2972^m.

(3) Ann. de l'Obs. de Montsouris 1884, pag. 533.

In seguito ai resultati negativi che il Freudenreich ebbe alle altitudini mentovate, egli si decise nell'anno seguente (1884) a intraprendere una nuova campagna sulle Alpi italiane (1), non limitandosi a raccogliere l'aria delle regioni nevose, ma scegliendo qualche punto meno elevato e più accessibile ai germi atmosferici. Le nuove esperienze furono fatte sul ghiacciajo di Aletsch presso la Capanna della Concordia (rifugio costruito dal C. A. Svizzero) ad un altezza di circa 2900^m, e sulla cima del Niesen a 2366^m presso il lago di Thun, dove la vegetazione giunge a poca distanza dalla cresta, e dove l'erba cresce fra i macigni della cima del monte.

In 2000 litri di aria raccolti dal 15 al 17 Luglio sul ghiacciajo di Aletsch si ebbero 2 Bacteri (1 Bacillo e 1 Micrococco), 1 Muffa ed 1 Torulacea. In tutto 4 germi, e non contando i due ultimi, rimarrebbero 2 Bacteri per 2000 litri di aria, ossia 1 per ogni metro cubo. Gli esperimenti sul Niessen ebbero luogo dal 25 al 26 Luglio, e dal 31 Luglio al 1° Agosto. Nella prima esperienza, dove si operò sopra 600 litri di aria repartiti in otto apparecchi, si ebbero 4 Bacteri ed 1 Muffa, ossia 6,66 sopra $1^{m.c.}$; nella seconda prova, dove si raccolsero 1725 litri di aria, comparvero solo 4 Bacteri, ossia 2,31 sopra $1^{m.c.}$. Riunendo i resultati delle due esperienze si hanno 8 Bacteri sopra 2325 litri di aria, ossia 3,44 per $1^{m.c.}$ di aria del Niesen (2).

Ritornando dal ghiacciajo di Aletsch, il Freudenreich fece uno esperimento presso l'albergo di Eggishorn (2193^m) sopra 110 litri di aria, distribuita in 4 tamponi filtranti. Da questi si ebbero un *Penicillium*, e 3 Bacilli, di cui uno il *Bacillus ulna.* L'aria dunque a questa altezza conteneva circa 30 Bacteri per metro cubo

Da tutto questo risulta che l'atmosfera delle regioni elevate è di un'estrema purezza, che va sempre aumentando quanto più c' inalziamo verso le vette nevose e prive di ogni vegetazione. Le osservazioni anteriori che si possedevano a questo proposito (Pasteur, Tyndall, Yung), assegnavano all'aria dei monti una purezza molto maggiore di quella della pianura, ma non mai in tal grado quale l'ha dimostrata il Freudenreich.

La diminuzione dei Bacteri nelle alte zone dell'aria, può derivare in parte dalla diminuzione di densità dell'atmosfera che diviene meno adatta a tenere in sospensione i corpuscoli di qualunque natura sieno, e in parte dalle basse temperature di quelle regioni, ma più di tutto poi dalla lontananza dei focolai produttori di questi microrganismi.

Bacteri dell'aria marina. — Fu detto già come le importanti osservazioni eseguite dal Moreau sull'Atlantico e sul Mediterraneo, abbiano provato la somma povertà di germi nell'aria del mare paragonata a quella dei

(1) *Freudenreich.* I Microbi dell'aria delle montagne (Semaine médicale 1884, e La Natura, Vol. II, N. 42, pag. 230, 1884).

(2) La ricchezza relativa di Microbi nell'aria del Niesen si spiega facilmente con la situazione di questo monte, e colla vegetazione che presenta. A questo si aggiunga che gli esperimenti del Freudenreich furono eseguiti all'epoca della raccolta del fieno, ciò che potrebbe dar ragione della impurità maggiore dell'aria, più di quello che competa a regioni montuose ugualmente elevate.

continenti. Resta adesso a provare con le medesime esperienze alla mano, che se l'aria marina è poverissima di germi in genere, è più povera che mai di Bacteri (1).

I resultati ottenuti dal Moreau nei 5 viaggi di mare, due dei quali nell'Atlantico e 3 nel Mediterraneo, sono notati qui sotto.

Il primo viaggio sull'Atlantico fu nel 1883 da Bordeaux a Rio Janeiro e viceversa. Nell'andata, dal 25 Ottobre al 7 Novembre, il Moreau si limitò a raccogliere le spore crittogamiche; al ritorno, dal 1° al 16 Decembre, furono fatte 5 valutazioni sui Bacteri.

PROSPETTO N.° 24.

Bacteri nell'aria marina dell'Atlantico fra Rio Janeiro e Bordeaux.

(Moreau e Miquel).

N.° delle esperienze	Luoghi dove fu raccolta l'aria	Bacteri su 10m. c. di aria
I	Costa di America, vento dal largo (in 3980.l di aria, 1 Bacillo e 1 Micrococco)	5
II	Alto mare (in 3998.l di aria, 1 Cladothrix, 1 Bacterio).	5
III	Alto mare (in 4235.l di aria, 1 Micrococco, 1 Bacillo)	4
IV	Coste di Africa, vento di terra, (in 2350.l di aria, 12 Bacteri, 2 Micrococchi)	60
V	Isole Canarie, (in 4483.l di aria, 3 Bacteri, 1 Micrococco)	9

Togliendo da questi resultati le cifre dell'esperienza IV, nella quale i numero dei Bacteri crebbe singolarmente per causa della vicinanza della costa (a 50 chil.), e del vento che spirava da terra, si ha che il numero dei Bacteri nell'aria dell'Atlantico varia da 5 a 6 in 10m. c. di aria, cioè si mantiene 1000 volte più basso di quello dell'aria libera del parco di Montsouris.

(1) I resultati avuti dal Moreau che fece le esperienze in mare, e dal Miquel che eseguì le culture dei saggi di aria, si trovano registrati per esteso alla pagina 514 e seguenti dell'Annuario di Montsouris del 1885.

Il secondo viaggio sull'Atlantico fu fatto da Montevideo a Bordeaux dal 5 Agosto al 19 Settembre del 1884, con i seguenti resultati:

PROSPETTO N.° 25.

Bacteri e Muffe raccolti dall'aria marina dell'Atlantico fra Montevideo e Bordeaux. — (MOREAU *e* MIQUEL).

N.° delle Esperienze	LUOGHI DOVE FU RACCOLTA L'ARIA	STATO del mare	LITRI di aria aspirati	ORGANISMI raccolti sulla quantità di aria aspirata		BACTERI su 10 m. c. di aria
				Bacteri	Muffe	
I	Montevideo	bello	1636 l.	0	1	?
II	Alto mare	bello	1691	2	1	11.8
III	id.	grosso	2628	0	0	?
IV	id.	tempestoso	2533	1	0	3.9
V	id.	buono	2335	0	0	?
VI	id.	agitato	2841	0	0	?
VII	id.	fort. agitato	2765	2	0	7.2
VIII	Coste d'Africa (Dokar). . .	bello (pioggia)	2260	5	0	22.1
IX	Coste d'Africa.	agitato	2929	4	0	13.6
X	Grande Canarie.	bello	935	0	0	?
XI	Alto mare.	agitato	1597	1	0	6.2
XII	Coste del Portogallo. . . .	bellissimo	2469	3	3	12.1
XIII	Golfo di Guascogna	bellissimo	2258	0	1	?
XIV	id.	bellissimo	705	0	0	?
	MEDIE E TOTALI . .	. . . .	29,582	18	6	6

Le esperienze eseguite in questo secondo viaggio sull'Atlantico non fanno che confermare i resultati del primo, che cioè l'aria del mare presa al largo e lungi dalla contaminazione che possono apportarvi i venti della terra, è eccessivamente povera di Bacteri, accusandone l'analisi in media soli 6 per 10 m.c. di aria.

I viaggi nel Mediterraneo, come fu detto, furono tre. Nel primo, che ebbe luogo fra Marsiglia ed Alessandria (Maggio 1884), vennero eseguiti 13 esperimenti, ma in 4 di questi l'aria fu presa nelle sale del bastimento abitate dai passeggieri, e per conseguenza non restano che sole 9 esperienze sull'aria libera del mare. I volumi di aria sottoposti all' analisi furono molto piccoli, non avendo mai oltrepassato i 60 l. I resultati complessivi si possono leggere nel seguente Prospetto che ho costruito con le cifre del Moreau.

PROSPETTO N.° 26.

Bacteri dell' aria marina del Mediterraneo fra Marsilia ed Alessandria. — (MOREAU e MIQUEL).

N.° delle Esperienze	LUOGHI IN CUI FU RACCOLTA L'ARIA	BACTERI sopra 1m. c. di aria
I.	Da 4chil. a 8chil. dalla costa (in 60l. di aria 1 Bacterio).	16
III.	All'ingresso dell'Adriatico, a 215chil. da terra (in 60l. di aria 0 Bacteri)	0 ?
V.	Alla di distanza di 15chil. dall'Egitto (in 60l. di aria 1 Micrococco). . .	16
VI.	Nella Baja di Alessandria, con vento di terra (60l. di aria)	35
VII.	» » » (60l. di aria)	50
VIII.	» » con vento dal largo (in 60l. di aria 0 Bacteri)	0 ?
IX.	A 150chil. dall' isola di Candia (in 60l. di aria 0 Bacteri)	0 ?
X.	A 200chil. da Zante (in 60l. di aria 0 Bacteri)	0 ?
XI.	Nello stretto di Messina, con vento dal largo (in 60l. di aria 0 Bacteri.	0 ?

Le cifre precedenti dimostrano che l'aria del Mediterraneo è più impura di quella dell'Atlantico, e tanto più questa conclusione è giusta, in quantochè i resultati affatto negativi ottenuti nelle esperienze III, VIII, IX, X e XI, a causa delle piccole quantità di aria sottoposta all' analisi, non hanno che un valore relativo, e la mancanza di germi capaci di fecondare il brodo di carne, non ha davvero il medesimo peso che aveva allorquando il Moreau nel primo viaggio a traverso l'Atlantico, sperimentava ogni volta su 3000 e 4000 litri di aria.

Il secondo viaggio nel Mediterraneo ebbe luogo dal 29 Maggio al 25 Giugno 1884 fra Marsilia ed Alessandria, gli esperimenti furono 8, ma anche qui il volume di aria analizzato si limitò in ciascuna prova a soli 60 litri. Delle 8 esperienze, le prime 3 furono fatte nel porto della Joliette, fra Ciotat e Porquerolles, e nella rada di Napoli, e si ebbero respettivamente 35, 35 e 17 Bacteri sopra 1m.c. di aria. Le altre 5 esperienze eseguite in alto mare, dettero tutte resultati negativi. Rapporto a questi ultimi, valgono le stesse considerazioni che ho fatto superiormente circa la scarsità dei volumi d'aria impiegati.

In un altro viaggio, intrapreso sempre nel Mediterraneo nel Marzo del 1884, ma fra Marsilia e Odessa, i resultati furono negativi per l' aria presa nel Bosforo, nel Mar Nero e nell'Arcipelago toscano. Bisogna però osservare che il volume di aria in queste tre esperienze fu di soli 15 litri per ciascuna. Altre prove eseguite sul ponte del bastimento all' aria libera, ma ponendo l'apparecchio collettore in modo che il vento vi arrivasse dopo avere spazzato la coverta della nave, su cui si trovavano 95 passeggeri

Turchi, e 132 gabbie di polli, dettero fino a 300 Bacteri per metro cubo di aria.

Bacteri dell' aria libera delle città. — Le statistiche microscopiche dell'aria che sovrasta alle città, fanno vedere che il numero dei Bacteri aumenta sensibilmente a misura che dalla campagna o dalla periferia ci avviciniamo al centro. I resultati ottenuti dal Miquel a Parigi e a Londra, e dal Freudenreich a Berna, non lasciano il menomo dubbio sopra questo fatto che poteva esser previsto anche a priori.

Nel seguente Prospetto ho posto a confronto i resultati medî mensili di un quadriennio (1881-1884) ottenuti per l' aria del parco di Montsouris e della strada Rivoli a Parigi.

PROSPETTO N° 27.

Confronto fra il numero dei Bacteri dell' aria della città e quella della campagna. — (Miquel).

MESI	Bacteri sopra 1 m. c. di aria — Medie mensili degli anni 1881-1884	
	Strada di Rivoli (Parigi)	Parco di Montsouris
Gennaio	1830	250
Febbraio	1700	165
Marzo	3300	365
Aprile	4330	425
Maggio	4380	605
Giugno	4145	455
Luglio	5010	700
Agosto	4190	610
Settembre	4415	645
Ottobre	3910	551
Novembre	2760	375
Dicembre	1800	220
Media annua	3480	480

Alcuni esperimenti fatti a Berna dal Freudenreich nel 1884 mostrano che l'aria di questa città (40,000 abitanti), la quale a buon diritto ha la reputazione di essere straordinariamente salubre, contiene tuttavia molti più

germi di Bacteri di quello che ne abbia l'aria della campagna; segno evidente che l'agglomerazione di abitanti e tutte le cause di corruzione che reca dietro la vita cittadina pubblica e privata, non sono modificate che parzialmente da quelle condizioni di salubrità dovute alla speciale topografia della regione. L'aria di Berna contiene in media 580 Bacteri per ogni metro cubo, come si può vedere dal seguente Prospetto, dove allato ai resultati avuti a Berna sono posti, per il confronto, quelli ottenuti a Parigi e a Montsouris.

PROSPETTO N.° 28.

Bacteri dell'aria di Berna, di Parigi e di Montsouris.
(FREUDENREICH *e* MIQUEL).

ANNO 1884	BACTERI SOPRA 1 m. c. DI ARIA		
	BERNA Strada Federale	PARIGI	
		Strada di Rivoli	Parco di Montsouris
Marzo	445	1680	240
Aprile	250	2420	360
Maggio	1180	1980	400
Giugno	485	1810	580
Luglio	440	2560	490
Agosto	665	1650	445
MEDIE . . .	580	2020	420

Sebbene le osservazioni sui Bacteri dell'aria cittadina sieno in piccolissimo numero, pur tuttavia dalle notizie che si posseggono, sembra che l'aria di Parigi, posta a confronto, con altre città (Berna, Budapest, Londra), sia quella che presenta un maggior grado d'infezione. Alcune poche esperienze fatte dallo stesso Miquel a Londra nel Giugno del 1884 nel Ryder-Street (quartiere di S.t James), mentre il Benoist ne eseguiva contemporaneamente un ugual numero nella strada di Rivoli a Parigi, ebbero per resultato una media di 240 Bacteri in 1 m.c. per l'aria di Londra, e di 360 per quella di Parigi; cioè che quest'ultima era di 1/3 più infetta (1). Questi fatti possono trovare la loro spiegazione dal sapere che le regole d'igiene sono molto più curate a Londra che a Parigi, e in parte anche dall'essere l'Inghilterra un isola percorsa in tutti i sensi dalle correnti atmosferiche che vengono dal mare, non che dalla poca elevatezza delle abitazioni di Londra a confronto

(1) La piccola proporzione di Bacteri avuta in queste due serie di esperimenti, si spiega con a pioggia caduta tanto a Londra che a Parigi in 4 dei 5 giorni in cui durarono le prove.

di quelle di Parigi, ciò che porta una minore agglomerazione di abitanti e un più facile rinnuovamento dell' atmosfera.

Le conclusioni che derivano dalle indagini fino ad oggi praticate sull' aria delle città sono le seguenti:

1.° L' aria delle città è circa 8 a 10 volte più carica di Bacteri di quella della campagna.

2.° La media annua dei Bacteri dell' aria cittadina non dimostra al pari di quella di altri luoghi aperti, differenze notevoli nei diversi anni.

3.° Le oscillazioni mensili e stagionali seguono le medesime regole riscontrate nell' aria della campagna; cioè abbiamo un massimo nell' estate, ed un minimo nell' inverno.

A prima giunta si potrebbe credere che l'aria di alcuni luoghi ritenuti infetti, come i cimiteri ed i terreni irrigati con l' acqua di fogna, dovesse presentare maggior numero di Bacteri; ma l'esperienza insegna che da questo lato può essere altrettanto pura di quella della campagna. Il Miquel (1) infatti trovava in 1 m. c. di aria del cimitero di Montparnasse qualche Bacterio in meno che in quella del Parco di Montsouris.

Riserbandomi a parlare nella II Parte del numero dei Bacteri dell'aria degli spazi chiusi, pongo qui intanto, a mo' di conclusione, il seguente Prospetto dove sono notate le cifre dei Bacteri in 1 m. c. di aria libera a confronto anche con quelle di alcune atmosfere confinate:

PROSPETTO N.° 29.

Quantità dei Bacteri contenuti in diverse atmosfere.

LUOGHI IN CUI FU RACCOLTA L'ARIA	BACTERI sopra 1 m.c. di aria
Aria dell' Oceano Atlantico (Moreau, 1883, 1884)	0, 6
» delle alte montagne (Freudenreich, 1883, 1884)	1
» dell' interno dei bastimenti (Moreau, 1884)	60
» della sommità del Pantheon (Miquel, 1882)	200
» del Parco di Montsouris (Miquel, media di 5 anni)	480
» della città di Berna (Freudenreich, 1884)	580
» della città di Parigi, strada di Rivoli (Miquel, media di 4 anni)	3480
» delle case nuove di Parigi (Miquel, 1883)	4500
» delle fogne di Parigi (Miquel, 1880)	6000
» del Laboratorio di Montsouris (Miquel, 1884)	7420
» delle vecchie case di Parigi (Miquel, 1881, 1882)	36000
» del nuovo Hôtel Dieu di Parigi (Miquel, 1880)	40000
» della Pitié di Parigi (Miquel, 1882)	79000

(1) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. de Montsouris, 1880, p. 430.

ART. 3.° — INFLUENZE CHE PRODUCONO LE OSCILLAZIONI DEI BACTERI ATMOSFERICI.

Le variazioni notate nel numero dei Bacteri dell'aria libera, sono sotto la dipendenza d'influenze speciali ora atmosferiche, ora telluriche, alcune delle quali ripetendosi con una certa regolarità son cagione di variazioni regolari, altre agendo irregolarmente o in modo subitaneo, spiegano le respettive variazioni accidentali.

Fra queste diverse influenze regolatrici va noverato prima, lo stato di umidità e di secchezza; e poi la temperatura, la pressione barometrica, la forza e la direzione del vento. Lo studio di queste cause offre speciale importanza per il biologo, in quanto che, poste in sodo con quali condizioni atmosferiche coincida l'aumento o la diminuzione dei Bacteri dell'aria, saremo nel caso di annunziarne anticipatamente le variazioni, e potremo forse giungere a preservare il nostro organismo dalla loro azione, ammesso, come oggi si vuole, che ad essi appartenga il compito di propagare le più terribili malattie epidemiche ed infeziose.

Parlammo già delle influenze che regolano il numero delle spore crittogamiche aeree; vedremo adesso come l'azione di queste cause possa essere affatto inversa quando si tratta di Bacteri.

Le osservazioni di tutti gli autori sono concordi nell'affermare che il numero dei Bacteri atmosferici è sotto la dipendenza di due agenti principali, l'umidità e la siccità. Nei periodi piovosi la quantità di questi organismi diventa straordinariamente piccola, mentre raggiunge il suo massimo durante le grandi siccità. La pioggia non solo purifica meccanicamente l'aria di tutte le sue particelle sospese, ma rendendo umida la superficie del terreno e degli oggetti, vi fissa i corpuscoli estremamente tenui come i Bacteri, da dove non possono esser tolti che a gran fatica. La ragione del fatto che in seguito alle piogge i germi dei Bacteri sono appena sensibili, mentre le spore delle muffe sovrabbondano nell'atmosfera, va cercata nelle abitudini differenti e nel modo di vegetazione e di propagazione diversa di questi organismi. I Bacteri si compiacciono nei mezzi umidi e penetrano le sostanze imbevute di succhi, da dove il vento ha gran difficoltà a strapparli, ritenuti come sono alle superfici dalla forza di capillarità che fa aderire i liquidi ai solidi, e restano perciò fissati tenacemente nel luogo stesso ove ebbero sviluppo.

Durante i tempi umidi si contano fino a 200,000 spore crittogamiche in $1^{m.c.}$ di aria, che possono scendere rapidamente a sole 4 e 5000 nei tempi secchi. Di Bacteri al contrario nei giorni piovosi si trovano appena da 40 a 50 in $1^{m.c.}$ di aria, ma possono salire a 1500 e più, dopo qualche giorno di siccità. Per cui può dirsi che il massimo dei Bacteri corrisponde ai periodi di siccità ed agli stati igrometrici deboli, e viceversa (1).

(1) I gradi igrometrici elevati corrispondono generalmente alle pioggie ed alle epoche in cui la superficie del suolo è umida, cioè a quei periodi ove appunto per queste ultime condizioni, l'aria è sempre povera di Bacteri.

Quantunque non si possa negare che la temperatura abbia un' influenza sulla proporzione dei Bacteri, pur tuttavia questa causa è ben lungi dall'avere un' azione così diretta e così spiegata quale l'abbiamo notata a proposito della umidità. Se il termometro può dar ragione di alcune delle oscillazioni stagionali, non giunge però a spiegare alcune altre variazioni accidentali o regolari. Esaminando il prospetto N.° 21 si vede che nei mesi del 1880 il numero dei Bacteri ebbe oscillazioni saltuarie indipendenti dalla temperatura, e che se il 1881 accusò un forte aumento col salire del termometro, negli anni successivi questa causa si fece sentire in modo più graduato.

Sembra che la pressione atmosferica possa avere un' influenza bene apprezzabile sulle oscillazioni dei Bacteri. La maggior parte delle indagini che da questo lato si posseggono, farebbero credere che l'aumento dei Bacteri abbia luogo abitualmente sotto il regime delle alte pressioni, sebbene anche da questo lato vi sieno delle eccezioni.

L'elettricità atmosferica non avrebbe legami ben certificati con gli aumenti e le diminuzioni dei Bacteri; tuttavia da alcuni Prospetti ebdomadari pubblicati dall'Osservatorio di Montsouris, sembra che quanto più l'aria è carica di questo fluido, tanto minore è il numero dei Bacteri che vi sono contenuti.

Se il terreno è pregno di umidità, i venti non giungono a staccare i Bacteri dal suolo o dalle superfici a cui aderiscono; ma se la terra è asciutta, allora il vento può esercitare un' azione ben sensibile, tanto per la sua forza e velocità, quanto per la sua direzione. Il Maddox (1) aveva già fatto l'osservazione che la velocità del vento era lungi dall'essere una delle cause costanti di recrudescenza del numero dei germi aerei, e che anzi bene spesso una brezza leggera forniva le raccolte le più abbondanti. Ulteriori esperimenti hanno confermato questa prima osservazione del Maddox, e si sono verificate delle massime nel numero dei Bacteri all'epoche dei venti leggeri con velocità di 5 a 10 chilometri all'ora, e delle minime con venti di 30 chilometri all' ora.

Più che la forza del vento, è la sua direzione che può esercitare notevole influenza sulle oscillazioni dei Bacteri nell' aria di una data regione. Infatti se il vento spira da un luogo ove la produzione e la moltiplicazione di questi organismi si faccia abbondante, come ad esempio da un centro abitato o da terreni infetti, è naturale che si abbia una recrudescenza nel numero dei germi atmosferici; come al contrario se il vento soffierà dal lato della aperta campagna, dal mare o dai monti o da qualunque altro luogo dove l'aria sia più pura, il numero dei Bacteri potrà diminuire notevolmente. Non si creda però che i venti abbiano la potenza di trascinar seco da regioni molto lontane i germi aerei in grande abbondanza. In questi casi, anche se i movimenti dell'atmosfera hanno punto di partenza da regioni straordinariamente infette, succede sempre una vera e propria diluzione, dovuta allo sparpagliarsi della corrente aerea nel senso orizzontale e verticale, alla diffusione atmo-

(1) *Maddox*. The monthly microscopical Journal.

sferica, ed alla miscela dell' aria trasportata con l' aria più pura del luogo di osservazione.

Finalmente taluno ha creduto notare una certa relazione fra la quantità dell' ozono atmosferico e il numero dei Bacteri. Diminuendo l' ozono questi organismi si mostrerebbero in maggiore abbondanza, e viceversa. Se alcuni fatti notati all' Osservatorio di Montsouris appoggiano questa opinione, non credo però che il fenomeno possa spiegarsi come taluno vorrebbe, ammettendo che l' ozono abbia una vera e propria azione distruttiva sopra i germi atmosferici. In questo caso molto probabilmente è un medesimo fenomeno meteorologico che da un lato favorisce la produzione dell' ozono, dall' altra abbassa il numero dei Bacteri. Noi sappiamo che la pioggia e l'umidità concorrono alla produzione dell' ossigeno condensato, ed abbiamo anche dimostrato che queste medesime condizioni erano fra le cause le più potenti della diminuzione dei Bacteri. Nonostante questo, se il supposto legame fra ozono e Bacteri fosse da nuove e più numerose esperienze posto fuori di dubbio, il fatto sarebbe di non poca importanza, inquantochè avremmo un criterio indiretto, ma abbastanza sicuro, per giudicare dell'abbondanza e della scarsità dei germi aerei.

In conclusione noi potremmo dire che quando il tempo è asciutto, il terreno secco, lo stato igrometrico debole, la pressione atmosferica alta, l'ozono scarso, e quando spirano i venti dal lato di regioni infette, il numero dei Bacteri è sempre elevato. Al contrario con un tempo umido e piovoso, con una pressione al di sotto della normale, con uno stato igrometrico elevato, con l'ozono abbondante, e sotto l'azione dei venti che soffiano dal mare, dai monti o da regioni dove l'aria è pura, i Bacteri si mostrano sempre scarsi.

Accanto alle influenze rammentate altre ne esistono certamente la cui natura, e la di cui azione per adesso ci sfugge, ed alle quali forse debbono attribuirsi non solo le variazioni nel numero dei Bacteri, ma anche l'apparizione e la scomparsa in certe epoche di alcuni generi e di alcune specie a preferenza di altri. Non è raro per chi è abituato alle raccolte aeroscopiche, notare che una data specie si mostra in certi tempi abbondantissima e sulle altre straordinariamente preponderante, mentre poco dopo sparisce quasi, e sta dei mesi senza farsi vedere. Alcune di queste apparizioni succedono in epoche abbastanza fisse, e perciò si producono sotto influenze periodicamente ricorrenti; altre invece non hanno tempo nè ciclo determinato, e debbono quindi esser sottoposte all'azione di cause irregolari od accidentali. Il Fodor (1) dall'Ottobre 1877 al Marzo 1878 osservò, come eccezione, due sole volte dei Vibrioni nei suoi liquidi di cultura. Dopo quell'epoca invece, quegli organismi apparvero nel Marzo quasi ogni giorno, per scomparire di poi completamente durante un anno, e tornare a mostrarsi in piccole proporzioni nel Marzo successivo. Tutto questo ebbe a osservare il Fodor adoperando sempre il medesimo liquido nutritivo, ed i medesimi processi di raccolta e di cultura. Lo stesso Fodor dice di essersi imbattuto

(1) *Fodor*. Loc. cit., pag. 118.

spesso nell' Ottobre del 1877 e nel Gennaio del 1878, in Micrococchi cromogeni, e specialmente in quelli gialli e ranciati, mentre in altri tempi questi organismi si mostrarono straordinariamente rari. I Microbacteri, e in particolar modo il *Bacterium agile*, prediligevano la fine di Febbraio e i primi di Marzo, la fine di Agosto e i primi giorni di Settembre. Queste differenze si notano non solo rispetto ai mesi, ma anche i singoli anni differiscono fra loro per le diverse specie di Bacteri e per le Muffe che presentano.

Tutto ciò dimostra chiaramente che se in parte a spiegare le oscillazioni nel numero e nelle specie delle Bacteriacee, sono da invocarsi le influenze di sopra rammentate, queste non bastano sempre a dar ragione del fenomeno in tutte le forme e in tutte le gradazioni con cui si manifesta. Debbono per conseguenza esistere altre leggi, la cui natura ed il di cui modo di agire ci sfugge, ma che hanno altrettanta influenza a determinare queste variazioni. Abbiamo già veduto che le ultime indagini del Miquel tendono a dimostrare che il numero dei Bacteri è variabile nelle diverse ore del giorno, seguendo nelle 24 ore un ciclo abbastanza regolare con due massimi e due minimi ad ore determinate. Non v' ha dubbio che a queste curiose ed inattese oscillazioni debbono presiedere cause che agiscono ad epoche fisse del giorno, e in relazione con i mutamenti fisici dell'atmosfera, ma ben diverse da quelle già accennate fra le più potenti a produrre le variazioni mensili e stagionali, cioè la siccità e l'umidità. Forse l' ipotesi che le oscillazioni orarie dei Bacteri sieno sotto il dominio precipuo delle correnti atmosferiche che si producono nel senso verticale potrebbe esser vera, ma pur troppo non è nemmeno facile a dimostrarsi, in quanto che se è logico ammettere che tali movimenti verticali dell'atmosfera debbano prodursi, per dato e fatto delle differenze di temperatura fra l'aria e il suolo nei vari periodi della giornata, non abbiamo modo per adesso di verificare nemmeno questi movimenti. Se le minime orarie dei Bacteri sembrano essere in una certa relazione con le minime della temperatura, non deve esser questa la causa che agisce direttamente sulla proporzione di questi microrganismi, ma sibbene deve avere un'influenza indiretta, in quanto che appunto per le differenze di temperatura fra suolo e atmosfera, si debbono stabilire delle correnti ascendenti o discendenti, capaci di trascinar seco loro i corpuscoli tenuissimi come i Bacteri, ora sollevandoli, ora abbassandoli. Sarebbe certo di grandissima importanza per risolvere la questione, e per giudicare come e quanto i moti verticali dell'aria sieno atti a produrre le oscillazioni dei Bacteri, eseguire queste numerazioni orarie contemporaneamente a diverse altezze dal terreno, e vedere se esse si producono in ugual misura in ogni zona, oppure, come è probabile, se i resultati sono diversi a seconda che si esperimenti quasi a livello del terreno o a qualche metro di elevazione.



APPENDICE

Pulviscolo dell' aria libera allo stato di polvere secca, o trascinato dall'acque meteoriche.

Fin qui abbiam preso in esame il pulviscolo liberamente sospeso nell'atmosfera. Studiamolo adesso deposto su gli oggetti allo stato di polvere secca o trascinato dalla rugiada, dalla pioggia, dalla neve, e dalla grandine.

§ 1. — *Polveri secche.*

Le polveri sospese nell'aria non vi rimangono in questo stato che sotto l'influenza dei movimenti atmosferici. Le più tenui possono restar sospese durante un tempo ben lungo; ma dall' aria cade costantemente un vero e proprio sedimento che si stende alla superficie del suolo e su gli oggetti. In condizioni medie e normali la quantità di polveri atmosferiche che si depone in 24 ore sopra $1^{m. q.}$ di superficie, può calcolarsi dai 2 ai 3 milligrammi; cosicchè un estensione di terreno di 1 chilometro quadrato può ricevere in un giorno dai 2 ai 3 chilogrammi di sedimento aereo, ossia in un anno dai 700 ai 1000 chilogrammi di polvere. Quantunque il vento possa sollevare di nuovo e trasportare più o meno lungi le polveri già deposte, questo fatto non diminuisce l'importanza delle cifre accennate.

Riproduco qui sotto alcuni dei resultati avuti da Tissandier (1) nella valutazione delle polveri secche abbandonate spontaneamente dall'aria, scegliendo a bella posta le cifre estreme.

---

(1) *Tissandier*, Loc. cit., pag. 8.

PROSPETTO N.° 30.

Quantità di polveri atmosferiche cadute in 24 ore sopra una superficie di 1m.q. a Ste Marie du Mont. — (TISSANDIER).

1876	18 Luglio	. . . .	0gr.,0021
»	19 »	. . . .	0, 0040
»	30 »	. . . .	0, 0121
»	22 Agosto	. . . .	0, 0092
»	31 »	. . . .	0, 0081

Fra le polveri secche raccolte dal Tissandier all'Osservatorio di S.te Marie Du Mont, e che erano in quantità maggiore di quelle ottenute Parigi, si notavano abbondanti i granuli di polline di varie specie vegetali.

La quantità di sedimenti atmosferici trasportati dai venti è legata alla velocità delle correnti aeree, allo stato igrometrico, ed è mutabile anche a seconda della natura del terreno e dello stato della superficie del suolo.

Dei microrganismi che si trovano nelle polveri deposte parleremo più specialmente trattando del pulviscolo degli ambienti confinati.

§ 2. — *Polveri della rugiada.*

Molti autori sono andati in traccia dei microrganismi dell'atmosfera nelle goccie della rugiada naturale, o in quella ottenuta artificialmente condensando il vapor d'acqua dell'aria alla superficie di vasi ripieni di ghiaccio o di miscugli frigoriferi. Il Lemaire ed il Salisbury assicurano che tali acque sono cariche di abbondanti organismi microscopici a cominciare dai Bacteri fino alle Confervoidi; altri invece affermano che il vapor d'acqua condensato è sempre poverissimo di germi.

Allo Schönauer si devono molte e diligenti osservazioni sui corpuscoli organizzati della rugiada naturale e artificiate. Degli 84 grammi di vapor di acqua che lo Schönauer ottenne condensati alla superficie di 4 palloni di vetro di 3 litri ciascuno e ripieni di ghiaccio, egli ne prese 60 grammi e li distribuì quindi per porzioni uguali in 60 conserve nutritive, rese antecedentemente sterili. Di queste, 11 sole s'intorbidarono per la presenza di Bacteri; in 3 apparvero miceli di Muffe, e le rimanenti 46 restarono inalterate (1).

Anche il Tissandier (2) ha fatto molte osservazioni microscopiche sulla rugiada naturale raccolta sulle foglie o sopra i fili di erba, e su quella prodotta artificialmente con un miscuglio frigorifero. La Tav. III, che si trova a pagine 32 del più volte citato lavoro, riproduce in 6 figure i corpuscoli

(1) *Schönauer*. Annuaire de l'Obs. de Montsouris, 1880, pag. 480, fig. 7.
(2) *Tissandier*. Loc. cit., pag. 30.

veduti dal Tissandier. Sono granuli sferici e trasparenti; Microzoari, Bacteri e Monadi animati da un doppio movimento di trepidazione e di progressione; prodotti vegetali abbondanti, come granuli di polline, sporule di licheni e di muffe, rari frammenti di alghe, e finalmente particelle minerali, o arrotondate o angolose.

§ 3. — *Polveri della pioggia.*

Allorquando si evapora una certa quantità di acqua di pioggia si vede che essa lascia un residuo, il quale sottoposto al fuoco diretto imbrunisce prima, si carbonizza, brucia con un certo splendore, e lascia dopo la combustione delle materie minerali che possono esser riconosciute per mezzo dell'analisi chimica come sali di sodio, di potassio, di magnesio e di calcio (cloruri e solfati). Se dall'altro lato si esamina al microscopio con un ingrandimento di 500 diametri una goccia della medesima pioggia, vi si scorge grande quantità di corpuscoli diversi per forme e natura, e che appartengono al regno minerale, vegetale ed animale, come granelli terrosi, frammenti di peli e di fibre, granuli di fecula e di polline, spore di crittogame, e minutissime granulazioni animate da un movimento browniano. Queste sostanze, minerali o organiche, morte o viventi, che il micoscopio e i saggi chimici pongono in evidenza, la pioggia le raccoglie tutte dall'atmosfera.

Sulla quantità e qualità del residuo solido che le acque piovane lasciano dopo evaporazione, abbiamo moltissimi studi, fra i quali mi piace di citare quelli del Tissandier, del Marchand e dell'Isid. Pierre.

PROSPETTO N.° 31.

Quantità di pulviscolo atmosferico raccolto con la pioggia.

(TISSANDIER).

DATA		ACQUA di pioggia	RESIDUO SECCO a + 100°	RESIDUO SECCO sopra 1.l di acqua
1875	1 Giugno	1,chil 511	0,gr. 261	0,gr. 1720
»	2 Giugno	4, 304	0, 282	0, 0654
»	5 Giugno	1, 663	0, 125	0, 0751
»	Dal 10 all'11 Giugno	2, 190	0, 051	0, 0231
»	12 Giugno	3, 070	0, 102	0, 0332
»	17 Giugno	4, 000	0, 100	0, 0250

Questa serie di esperimenti del Tissandier offre una speciale importanza, perchè fa vedere che la prima pioggia, caduta dopo una lunga siccità, contiene uno dei sedimenti più abbondanti che si possono avere con le acque

piovane. Sebbene l' aria venisse purificata dalla prima pioggia, questa non fu sufficiente a purgarla per intero del suo pulviscolo, e si vede che la seconda pioggia contiene sempre 0$^{gr.}$,0654 di residuo per ogni litro. I sedimenti raccolti dal Tissandier con le acque piovane contenevano le sostanze organiche e quelle minerali nella seguente proporzione:

Materie organiche	30,00
Materie minerali	70,00
	100,00

cioè confermavano i resultati ottenuti dallo stesso Autore, quando raccolse direttamente dall'atmosfera il pulviscolo sospeso.

Il Marchand in 1^{l} di acqua piovana presa a Fécamp nei mesi di Marzo e Aprile, trovò:

PROSPETTO N.° 32.

Sostanze minerali dell' acqua piovana. — (Marchand).

Sopra 1 litro.

Cloruro di sodio	quantità variabili
Bicarbonato di ammoniaca	0,^{gr} 00174
Nitrato di ammoniaca	0, 00189
Solfato di sodio	0, 01007
Solfato di calcio	0, 00087

Stando ai calcoli dell'Is. Pierre un ettaro di terra che riceva annualmente 6 milioni di chilogrammi di pioggia, si arricchisce delle seguenti sostanze minerali tolte all'atmosfera.

PROSPETTO N.° 33.

Quantità di sostanze minerali che un ettaro di terreno riceve in un anno per mezzo della pioggia. — (Is. Pierre).

Cloruro di sodio	37,$^{chil.}$ 5
Cloruro di potassio	8, 2
Cloruro di magnesio	2, 5
Cloruro di calcio	1, 8
Solfato di magnesia	5, 9
Solfato di calcio	6, 2

Le acque di pioggia si mostrano infinitamente più ricche di microbi di quello che sieno la rugiada, o il vapor d' acqua condensato artificialmente. Le osservazioni più esatte sul numero dei germi dell'acqua piovana si deb-

bono al Miquel; il seguente Prospetto dà i resultati avuti all'Osservatorio di Montsouris negli anni 1883-1884.

PROSPETTO N.º 34.

Bacteri nell'acqua di pioggia caduta a Montsouris. — (MIQUEL).

MESI		BACTERI in 1l. di pioggia
1883	Ottobre	3800
»	Novembre	1000
»	Dicembre	1250
1884	Gennaio	—
»	Febbraio	1840
»	Marzo	3830
»	Aprile	3700
»	Maggio	2480
»	Giugno	5500
»	Luglio	—
»	Agosto	—
»	Settembre	6980
	MEDIA ANNUA	3380

Le piogge più cariche di germi si osservano dunque nei mesi estivi ed al principio dell' autunno. In queste epoche il numero dei Bacteri può variare da 300 a 20,000 per litro, quando però la pioggia sia stata raccolta dopo che l' atmosfera venne purificata da piogge precedenti. Se l' esame si pratica sulla pioggia dei primi temporali, o su quelle che succedono a un seguito di giorni asciutti, allora si possono avere fino a 200,000 Bacteri e più per ogni litro di acqua.

Anche le spore delle volgari Muffe s' incontrano con molta frequenza nelle acque meteoriche. All' Osservatorio di Montsouris la media di queste fruttificazioni crittogamiche sarebbe di 3300 per litro, che aggiunte a 3380 Bacteri già segnalati, porterebbero il numero totale dei microrganismi contenuti in 1l di acqua piovana a 6680, cioè presso a poco a 7 per ogni centimetro cubo.

A dimostrare che le acque di pioggia contengono sempre microrganismi in sovrabbondanza ed in numero infinitamente maggiore di quello che esistano in volumi uguali di aria, basti dire che una sola goccia di pioggia è sempre capace, aggiunta ai liquidi nutritivi, di produrre la comparsa di

Micrococchi, di Bacilli, di Bacteri, raramente di Vibrioni. Ad onta di questa straordinaria ricchezza l'acqua di pioggia, a volumi uguali, è molto più povera di Bacteri delle acque terrestri superficiali.

Alla domanda se i Microrganismi delle acque piovane, si trovino allo stato adulto, oppure in forma di germi, rispondono le esperienze del Miquel (1), dalle quali appare che molto probabilmente le meteore acquose sono sopratutto popolate di germi di Bacteri, anzichè d'individui adulti.

Il fatto notato dallo stesso Miquel che la povertà di germi nella pioggia non è proporzionale alla durata della scossa, dimostra che le nubi delle alte regioni atmosferiche hanno una proporzione di Bacteri loro propria. È raro che le pioggie offrano una composizione microscopica costante (solo 10 volte su 100); al contrario si vede il numero dei Bacteri crescere o diminuire secondo i giorni piovosi dell'anno (2).

Quantunque le acque di pioggia raccolgano i loro corpuscoli organizzati dall'atmosfera, pur tuttavia le specie non presentano fra loro le medesime relazioni di numero che si notano fra i Bacteri raccolti direttamente dall'aria. Nelle acque piovane è facile veder dominare i Bacilli, mentre i Micrococchi sono più abbondanti nell' aria. Il seguente Prospetto pone a confronto 100 Bacteri raccolti dall'aria e 100 dall'acqua piovana.

PROSPETTO N.° 35.

Confronto fra le specie di Bacteri dell' acqua piovana e dell' aria.
(MIQUEL).

	Micrococchi	Bacilli	Bacteri	TOTALE
Acqua di pioggia raccolta a Montsouris . . .	60	25	15	100
Aria del parco di Montsouris	73	19	8	100

§ 4. — *Polveri della neve e della grandine.*

Il Pouchet (3) fino dal 1860 aveva osservato che la neve era il corpo più adatto a raccogliere e trascinare il pulviscolo dell' atmosfera. Infatti il volume talora considerevole dei fiocchi di neve, la loro disposizione fisica e l'intreccio dei cristalli di cui sono formati, sono condizioni eccezionalmente favorevoli a questo scopo.

(1) *Miquel* Bacteries des eaux de pluie. (Ann. de l'Obs. de Montsouris 1884, pag. 604).
(2) *Miquel.* Ann. de l'Obs. de Montsouris, 1885, pag. 607.
(3) *Pouchet.* Corps organisés recueillis dans l'air par la neige. (Compt. Rend. Acc. Sc. t. L. pag. 532).

Il Pouchet nell'acqua di fusione della neve caduta a Rouen il 24 Febbraio 1860, trovò abbondanti le particelle carboniose di fumo, della fecula di grano, una materia verde organizzata, dei granelli di silice e di calcare, degli infusori cistici o uova di $0,^{mm}0325$ di diametro, 3 Navicule, 3 Bacillarie, 2 Bacteri, qualcuno granulo di polline, dei peli di lana, ed una plumula di uccello.

L'Ehrenberg (1) racconta che il dottor Stohlmann, esaminando una polvere bruna contenuta nella neve, trovò allato a minuti cristalli di quarzo, dei piccoli animali di forma sferica, i più grandi dei quali avevano il volume di una lenticchia.

Il pulviscolo che la neve cadendo toglie all' atmosfera, si ritrova nelle acque di fusione, e può valutarsi evaporando quest'acqua. Il Tissandier (2) riassume nel seguente Prospetto i resultati da lui ottenuti:

PROSPETTO N.° 36.

Residuo solido di 1 litro di acqua di neve. — (TISSANDIER).

DATE	A PARIGI		IN CAMPAGNA
	in una corte	sulle torri di Nôtre Dame	
Prime nevi del 16 Dicembre 1874	$0,^{gr.}212$	$0,^{gr.}118$	$0,^{gr.}104$
Nevi del 21 Dicembre 1874.	0, 108	0, 056	0, 048

Il residuo lasciato dalla neve è una polvere impalpabile, grigiastra, con materia organica ricca in carbonio, e che brucia con splendore. Le materie minerali variano in quantità da 50 a 60 per cento, e sono composte di silice, carbonato di calce, allumina, cloruri e solfati, nitrato di ammoniaca (3) e ferro in quantità apprezzabile.

Anche nella grandine si trovano le materie che formano il pulviscolo dell' aria. Abbiam veduto, parlando delle polveri minerali, che l'Eversman osservò nella grandine caduta a Sterlitamak, (Orenburgo) degli ottaedri di solfuro di ferro, ed il Cozari dei granuli grigiastri di ferro e nichelio. Altre sostanze, anche di natura organica e viventi, si trovano nella grandine. Il Tissandier (4) nella grandine del 9 Marzo 1876 scoperse delle alghe diverse,

---

(1) *Ehrenberg.* Berichte über die Bekanntmakung geeigneten Verhandlungen der K. Preuss. Ak. d. Wissenschaften zu Berlin, 1860.

(2) *Tissandier.* Loc. cit. pag. 22.

(3) Il *Boussingault* fu il primo a mia saputa che riconobbe e valutò nelle acque di fusione della neve il nitrato di ammoniaca.

(4) *Tissandier.* Loc. cit.. pag. 30.

degli infusori, dei corpuscoli organizzati sferici, e dei singolari globuli rotondi di perfetta trasparenza composti di una sostanza che all' aspetto somigliava alla gelatina. Il Maddox (1) ha pubblicato recentemente una bella memoria sui microrganismi del ghiaccio e della grandine, con stupende fotografie microscopiche. Finalmente il Miquel (2) in un blocco di ghiaccio del peso di 50 chilogrammi che contava 9 mesi, e proveniente dal Lago della valle di Joux (Svizzera), trovò 780,000 Bacteri tuttora viventi, fra i quali era notevole un bel Micrococco del genere *Sarcina,* molto sensibile all' azione del calore.



(1) *Maddox.* Journal of the Royal microscopical Society. May 1882.
(2) *Miquel.* Ann. de l'Obs. de Montsouris, 1884, pag. 542.

PARTE SECONDA

Pulviscolo dell'aria confinata.



CAPITOLO I.

Pulviscolo delle abitazioni private e collettive.

Fin qui abbiam parlato del pulviscolo sospeso nell' aria libera. Ci resta adesso a studiare le polveri che possono trovarsi negli ambienti chiusi o confinati.

Il pulviscolo degli spazi chiusi, fatta eccezione per gli Opifici industriali, è composto al pari di quello dell' aria libera, di sostanze minerali, di sostanze organiche morte ed inerti, e di corpuscoli organizzati viventi, rappresentati da Infusori e dalle loro uova, da spore di Crittogame, e da germi di Bacteri. Non è così però quando si imprenda a studiare le polveri che si trovan sospese nell' interno degli ambienti industriali. Queste polveri per la loro origine e per la loro natura, hanno caratteri così spiccati e speciali, che le fanno distinguere sotto molti rispetti dall' ordinario pulviscolo delle abitazioni private e collettive.

Dal lato dei caratteri qualitativi, poca differenza corre fra i principali componenti il pulviscolo dell' aria libera, e quelli delle abitazioni private e degli edifici pubblici. Se però ci fermiamo ad indagare le proporzioni relative fra le parti costituenti il pulviscolo libero e quello confinato, troviamo differenze ben notevoli, e ci accorgiamo che da questo lato le polveri delle abitazioni hanno fisonomia loro propria, da farle distinguere da quelle dell'aria libera.

Se i granuli di polline posson trovarsi nelle abitazioni, questi vi son sempre rari a confronto di quello che accade in aperta campagna; e se i detriti di fibre tessili e di materia organica di natura animale o vegetale, si trovano come eccezione nell' aria dei campi, le medesime materie hanno il predominio negli spazi abitati dall'uomo.

Provenienza. — I germi dell' aria delle abitazioni possono provenire dall'esterno, oppure avere origine nell' interno stesso della casa. Nel primo caso sono i medesimi corpuscoli che abbiamo veduto natanti nell' aria libera; nel secondo, gli avanzi delle sostanze alimentari che la incuria lascia corrompere, le spazzature, le latrine, i rigetti dei malati, sono la causa dello sviluppo e della moltiplicazione di questi microrganismi..

Fra l'aria esterna e quella delle abitazioni, gli scambi sono facili e continui. Durante la stagione estiva l'aria esterna penetra nelle case dalle finestre aperte, e trascina seco ed abbandona sul pavimento, sui muri, sugli oggetti, copioso pulviscolo nel quale si trovano sempre dei germi. Queste polveri scacciate dai mobili colle spolverature, cadono sul pavimento, si raccolgono nelle fessure e vi rimangono. È in tal modo che l'aria di una stanza può popolarsi di microbi, i quali alla loro volta possono infettare l'aria delle strade, quando questa sia stata purificata dalla pioggia. Non v'ha dubbio che nelle abitazioni ben mantenute e curate, i microrganismi provengono dalle melme disseccate delle strade e dalle polveri del suolo, e per conseguenza in questo caso potendo sopprimere melme e polveri, l'aria delle abitazioni non avrebbe a temere questa causa di infezione.

Il pulviscolo delle abitazioni può essere studiato o quando è tuttora sospeso nell'aria, oppure allorchè s'è deposto allo stato di polvere secca sul pavimento, sui muri, sui mobili o sugli oggetti della stanza.

§ 1. — *Pulviscolo sospeso dell'aria confinata.*

L'aria delle abitazioni, generalmente parlando, è piuttosto povera di germi, a meno che cause speciali non abbiano concorso a farli sviluppare e propagare. La quantità, ed anche la qualità delle polveri degli spazi confinati, può variare non poco a seconda dei casi, dei luoghi e degli usi a cui è destinato l'ambiente.

È più che altro negli Spedali, nelle camere dei malati, nei depositi di immondezze, che i microrganismi posson trovarsi in gran numero, mescolati sempre ad abbondanti particelle di materia organica inerte, che al pari di loro nuota nell'atmosfera.

Il Pouchet e l'Eiselt fermarono l'attenzione sui molti globuli di pus che si trovano nelle infermerie ingombre di malati; e lo Chalvet, il Thompson, il Nepveu ed il Miflet, osservarono che insieme a cellule epiteliali, a globuli di pus, a frammenti di materia animale morta, si trovavano anche molti corpuscoli organizzati. Il Samuelson esponendo dell'acqua stillata nelle sale di uno Spedale, la vedeva ben presto formicolare di Micrococchi, di Bacteri, di Vibrioni, di Sporozoi e di Amebe; ed il Lamaire nell'aria di un camerone dove dormivano molti soldati, fra i microrganismi da lui veduti indicava dei globuli ovoidi e cilindrici, che dettero poi origine a varie specie di Bacteri (*B. punctum. B. catenula*), a Vibrioni (*V. Bacillus*), a Spirilli (*S. volutans*) ed a Monadi (*M. prodigiosa* ecc.)

Si debbono al Perroncito (1) alcune interessanti osservazioni sui microrganismi di certi ambienti confinati. Condensando artificialmente il vapore acquoso nelle infermerie della Scuola veterinaria di Torino, il Perroncito trovò insieme a molte particelle di materia minerale, spore e frammenti

(1) *Perroncito.* Parassiti dell'uomo e degli animali. Milano, 1882, p. 18.

di miceli di funghi essiccati; Micrococchi pallidissimi o a contorni decisi; scarsi Vibrioni in via di evoluzione o già formati. Il liquido raccolto alla superficie di palloni pieni di ghiaccio, era più o meno limpido a seconda delle diverse altezze a cui era stato condensato, e specialmente a seconda della maggiore o minore tranquillità dell'atmosfera. Sempre però vi si rinvenivano dei Micrococchi isolati o disposti in serie o catenelle micotrici; qualche raro Vibrione con un polo più refrangente alla luce; granulazioni libere, pallide, di varia grossezza di cui le maggiori del diametro di 0^{mm},001 a 0^{mm},002. Lasciato il liquido in ambiente temperato vi si moltiplicarono in breve i Micrococchi, i Bacteri, i Bacilli, taluni dei quali dopo 24 ore eran lunghi 0^{mm},012, i Vibrioni, catenelle micotrici e Torule, e più tardi Monadi, Amebe, Tracheli, Parameci ecc.

Anche il Pacini (1) intraprese delle osservazioni microscopiche sui corpuscoli degli ambienti confinati a confronto con quelli dell'aria libera. Le osservazioni del Pacini, che risalgono all'anno 1855 quando infieriva in Firenze il Colera, veggono solamente oggi la luce per cura del dottor Bianchi. Il Pacini cominciò in una prima esperienza a raccogliere le particelle natanti nell'aria dei giardini dello Spedale di S. Maria Nuova di Firenze, condensando artificialmente il vapore atmosferico sulle pareti di un vaso di vetro pieno di ghiaccio. Il liquido dopo esser stato trattato col sublimato corrosivo, come usava Pacini (2), fece vedere al microscopio particelle di polvere affatto irregolari, ed alcune rarissime molecole che avevano molta simiglianza con quelle dallo stesso Pacini trovate negli intestini dei colerosi e da lui distinte col nome di *molecole vibrionali*, ma che per la loro rarità non credè poter bene specificare. A questa prima indagine il Pacini ne fece seguire altre simili fatte nell'interno delle Infermerie dello Spedale, dove erano raccolti alcuni malati di Colera, e pose il suo apparecchio di condensazione distante circa due metri dal letto del malato, mantenendovelo per due intieri giorni. La medesima esperienza fu ripetuta altre tre volte presso a poco nelle medesime condizioni. Il liquido di condensazione trattato, come al solito, col sublimato e guardato al microscopio dopo 10 o 12 giorni, fece vedere quanto appresso, come scrive lo stesso Pacini:

1.° Particelle irregolari di diversa natura, che probabilmente erano sospese come polvere nell'aria.

2.° Alcuni corpuscoli globulari molto uniformi, dei quali taluni erano riuniti a coppie, altri isolati (3). Questi corpuscoli non erano molti, ma erano in numero sufficiente da poter assicurarsi della loro uniformità. Il loro diametro era di 0^{mm},0035.

3.° Alcuni altri corpuscoli (4) del diametro di 0^{mm},0020, ma più rari, nè mai accoppiati, ma col medesimo contorno dèi precedenti.

(1) Pacini. Nuove osservazioni microscopiche sul Colera. Memorie inedite pubblicate per cura del dott. A. Bianchi. Milano 1885, p. 86.

(2) Vedi Parte IV, Lib. II, Cap. IX.

(3) Vedi lettera A e B della figura 12 a pag. 88 del citato lavoro: Nuove Osservvazioni microscopiche sul Colera.

(4) Vedi lettera C della fig. 12 a pag. 88. Loc. cit.

4.° Molecole finissime (1) con apparenza delle *molecole vibrionali* dell'intestino dei colerosi, con diametro inferiore a $0^{mm},0010$.

5.° Molecole più sottili, lunghe $0^{mm},0008$, e del diametro di $0^{mm},0004$.

Un esame comparativo fatto colle particelle del secesso coleroso, mostrò che queste avevano la maggior simiglianza con quelle dei N. 5, 4 e 3.

Nelle altre osservazioni il Pacini vide sempre le medesime *molecole vibrionali,* con qualche Vibrione lineare finissimo, ed alcuno con indizio di divisione; alcuni minuti corpuscoli del diametro di $0^{mm},0005$ che sembravano leggermente allungati, ed infine delle particelle globulari o cristalline, le quali evidentemente erano frantumi pulverulenti che volteggiavano nell'aria (2). L'acido acetico non agiva in alcun modo nè sulle molecole vibrionali, nè sopra i Vibrioni.

A. — *Spore crittogamiche.*

Per regola generale, tolto il caso di spedali con eccessiva agglomerazione di malati, nelle stanze delle nostre abitazioni, ed anche negli spedali ben tenuti, l'aria contiene una quantità di spore crittogamiche inferiore a quella dell'aria esterna.

Il Miquel, per esperimenti comparativi fatti sull'aria del Laboratorio di micrografia dell'Osservatorio di Montsouris, e su quella del Parco, trovò che questa ultima era 7 volte più carica di spore, da 14000 a 24000 per metro cubo, dell'altra del Laboratorio che non ne aveva che 2160 a 2650. Il medesimo fatto si verificò anche per l'aria delle infermerie dell'Hôtel Dieu, dove non furono trovate che 4800 fruttificazioni di crittogame per ogni metro cubo.

Le spore crittogamiche che si trovano nell'aria delle abitazioni, all'infuori di quelle del *Microsporon furfur,* dell'*Oidium albicans,* dell'*Achorion Schonleinii,* del *Tricophiton tonsurans,* del *Dyplosporium fuscum,* e di alcuni altri parassiti che si impiantano sulla pelle e nelle muccose, studiati e descritti fino dal 1853 dal Robin (3), non hanno importanza pel medico, perchè ritenute innocue; non così però può dirsi degli Schizofiti dell'aria degli ambienti chiusi, sui quali ci fermeremo alquanto.

B. — *Germi di Bacteri.*

Se l'aria delle abitazioni private, ed anche quella degli edifici collettivi, si mostra più povera di spore crittogamiche dell'aria libera, non è così dei germi dei Bacteri, che abbondano straordinariamente nei luoghi chiusi, e in special modo negli ospedali.

Generalmente parlando, i Bacteri delle abitazioni private poste in buone condizioni igieniche, provengono dal di fuori. Non così però accade quando l'abitazione sia in condizioni diverse, e come le infermerie degli spedali, accolga individui ammalati.

(1) Vedi lettera D della fig. 12 a pag. 88. Loc. cit.
(2) Vedi figura 13 a pag. 90. Loc. cit.
(3) *Robin.* Hist. nat. d. veget. parasites, Paris 1853.

Non tutti gli autori si trovan d'accordo sulla quantità dei Bacteri nell'aria confinata, nel medesimo modo che non eran d'accordo sul numero di quelli dell'aria libera. Mentre il Tyndall (1) afferma che in molte abitazioni, e prende ad esempio il suo Laboratorio privato, l'aria si mostra così infetta da Bacteri da dirli in numero incalcolabile, il Miquel (2) sostiene che l'aria delle case private tenute in buone condizioni igieniche, è spesso meno infetta da Bacteri che l'aria libera. Ed a conferma del suo asserto, fa vedere che l'aria della Libreria dell' Osservatorio di Montsouris, se lasciata in perfetta quiete e in tempi calmi, non dava che 20 germi di Bacteri per metro cubo di aria, mentre quella del Parco ne aveva 71. Quando però un vento impetuoso scuoteva i muri dell'Osservatorio, e per conseguenza sollevava di nuovo nella stanza le polveri deposte nei giorni precedenti, allora solamente la proporzione dei microrganismi si inalzava a 46, ma anche in questo caso non oltrepassava mai le cifre che si avevano per l'aria esterna. L'aria delle cantine dell'Osservatorio non aveva in sospensione che 27 germi di Bacteriacee, mentre nel medesimo tempo l'aria libera ne contava 96.

Quantunque il Miquel apostrofi con una certa ironia il Tyndall, e si meravigli che lo scienziato inglese nel suo Laboratorio trovasse germi da per tutto, e che l'aria, le mura e gli oggetti ne fossero largamente imbrattati, pure bisogna che convenga che le osservazioni del Tyndall in certe condizioni possono esser giuste, e che se il numero dei germi dell'aria della Biblioteca e delle cantine dell'Osservatorio era minore di quello dell'aria esterna, le cose succedevano ben altrimenti per lo stesso Laboratorio micrografico di Montsouris. Lo dimostra il seguente Prospetto dal quale resulta che non solo l'aria del Laboratorio era molto più infetta di Bacteri di quella del Parco, ma che l'infezione andò sempre crescendo, perchè se nel 1880 conteneva 3 volte più di Bacteri dell'aria libera, nel 1884 ne era carica 20 volte più.

PROSPETTO N.° 37.

Confronto fra il numero dei Bacteri dell'aria del Laboratorio e del Parco di Montsouris. — (MIQUEL).

DATE	BACTERI SOPRA 1 m. c. DI ARIA	
	Laboratorio	Parco
Anno 1880 (1.° semestre)	1510	560
» 1881	2435	590
» 1882	3850	320
» 1833	4750	440
» 1884	7420	370

(1) *Tyndall.* Les Microbes. Paris, 1882, pag. 189 e seg.
(2) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1881, pag. 400.

Nè altrimenti era da aspettarsi sapendo quali e quante possono essere le sorgenti di infezione in un locale, dove giornalmente si manipolano materie e liquidi di cultura, spesso, anzi necessariamente, alterati e corrotti, e che perciò pullulano di organismi di ogni specie.

I resultati avuti dal Tyndall, e le conclusioni a cui sopra abbiamo accennato, possono trovar ragione nel modo preferito dall' illustre Scienziato inglese per rendere sterili i liquidi nutritivi, i vasi e gli oggetti da esso adoperati, cioè di non aver elevata la temperatura fino a 110°.

Bacteri nell'aria delle abitazioni private. — Il numero dei germi nell' aria di un' abitazione, varia non solo in ragione dell'uso a cui l'ambiente è destinato, ma anche, a seconda della posizione topografica dell' abitazione, se cioè in mezzo all'aperta campagna, o nel centro di una città. Nell'inverno del 1882, il Miquel trovava nel suo studio di Montsouris 4524 microrganismi, e 3462 nella primavera, e nei medesimi giorni al 3° p.° di una casa nuova della via Monge, cioè in eccellenti condizioni di aereazione, scopriva 45,500 germi nell'inverno, e 26,600 nella primavera.

Un confronto sul numero dei Bacteri contenuti nell' aria libera, e in quella di varie abitazioni private, possiamo averlo riunendo in un medesimo quadro alcuni dei resultati ottenuti a Montsouris con esperimenti fatti nella medesima epoca (1882):

PROSPETTO N.° 38.

Confronto fra il numero dei Bacteri dell' aria libera e dell' aria di alcune abitazioni private. — (Miquel).

Luoghi in cui fu raccolta l' aria	Media dei Bacteri in 1 m. c. di aria
Aria del Parco di Montsouris	357
Aria di una stanza dell' Osservatorio	2275
Aria del Laborarorio di micrografia	3850
Aria della strada di Rivoli	4760
Aria di una camera da letto (Rue Monge)	36800

Le differenze come si vede sono enormi. L' aria del Parco è 10 volte più pura di quella del centro di Parigi, e 100 volte più di quella di un'abitazione parigina. Vedremo fra poco che essa contiene oltre 200 volte meno microbi dell' aria degli spedali.

Anche per un medesimo ambiente confinato, il numero dei Bacteri è variabile a seconda degli anni, delle stagioni e dei mesi. Queste oscillazioni che vedremo ben palesi nei Prospetti N.° 39 e N.° 40, i quali riproducono

le cifre mensili ottenute dall' analisi dell' aria negli spedali dell' Hôtel-Dieu e della Pitié a Parigi, si verificano altresì con abbastanza regolarità nelle abitazioni private. Le differenze maggiori si accusano nella primavera, e nell' inverno, e si avrebbe una diminuzione ben sentita appena che l' atmosfera comincia a riscaldarsi, ed un massimo invece nei mesi più freddi. Il Miquel (1), come fu detto, trova in 1 m.c. di aria del suo studio in media 4524 Bacteri nell' inverno, e soli 3462 nella primavera. Gli esperimenti eseguiti in una stanza della strada Monge davano 45,500 Bacteri per metro cubo nell' inverno, e 26,600 nella primavera.

L'abitudine generale di lasciare aperte durante la bella stagione, le porte e le finestre in modo che l'aria esterna più pura, penetri e stabilisca delle benefiche correnti nelle nostre abitazioni, spiega assai bene il perchè durante la stagione invernale, l'aria debba essere più carica di germi che in altre stagioni.

Bacteri nell' aria degli spedali. — Le investigazioni statistiche sui germi dell' aria degli spedali hanno un' importanza innegabile. Le osservazioni del Pouchet e dell' Eiselt, quelle dello Chalvet, del Thompson, del Lemaire e del Nepveu, e le più recenti del Miflet e del Perroncito, non prendono di mira che la qualità della materia organica e degli organismi viventi dei luoghi dove si raccolgono uomini ed animali infermi, ma tacciono completamente sul loro numero.

Le prime determinazioni numeriche su i Bacteri degli spedali si debbono al Miquel (2), che ripetutamente sperimentò su l' aria delle infermerie di Saint-Cristophe e di Sainte-Jeanne dell' Hôtel-Dieu, e nelle sale Michon e Lisfranc della Pitié.

PROSPETTO N.° 39 (3).

Bacteri nell' aria dello Spedale Hôtel-Dieu a Parigi. — (Miquel).

Anno 1880	Bacteri sopra 1 m. c. di aria	
	Infermeria S.t Cristophe (uomini)	Infermeria S.te Jeanne (donne)
Giugno	40950	36400
Luglio	46480	30450
Agosto	36540	27790
Settembre	52570	34250
Media	44135	32222

(1) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1885, p, 500.

(2) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1882, p. 481.

(3) Anche per questo Prospetto e pel successivo ho dovuto modificare le primitive cifre date dal Miquel, che si leggono negli Annuari del 1882 a p. 481, e del 1883 a p. 421, aumentando il loro valore di 7 volte. Questa modificazione è stata necessaria per ridurre le cifre dei Bacteri degli spedali, paragonabile colle altre riprodotte dal Miquel con ugual correzione negli Annuari posteriori al 1883. Le ragioni che indussero il Miquel a questi cambiamenti sono accennate nella Nota che ho posto nella I Parte a p. 97.

Le cifre medie di 44,135 e di 32,222 di Bacteri in 1m. c. di aria delle infermerie dell' Hôtel-Dieu, paragonate con quelle di 574 ottenute nella medesima epoca nell' aria del Parco di Montsouris, e di 140 nell' aria della Biblioteca dell' Osservatorio, dimostrano che l' aria degli spedali può essere infetta 70 volte più dell' aria libera, e 300 volte più di quella di una stanza destinata ad uso privato; e tutto questo ad onta che la costruzione delle infermerie dove fu sperimentato fosse recente ed eseguita con tutte le buone regole dell' arte, per assicurare un pronto ed abbondante rinnuovamento di aria, e le stanze soggette ad una continua vigilanza sanitaria.

Il seguente Prospetto dà la quantità dei Bacteri trovati nelle infermerie chirurgiche della Pitié, paragonati a quelli dell' aria esterna presa nel IV Circondario della città (1).

La sala Lisfranc è più ingombra di malati di quella Michon. Ambedue sono in buone condizioni e largamente ventilate. I saggi di aria furon presi dalle 8 alle 9 antimeridiane, dopo la visita del curante, cercando di evitare durante l' esperimento qualunque manovra che potesse sollevare polvere.

PROSPETTO N.° 40.

Bacteri nell' aria dello Spedale della Pitié e del IV Circondario di Parigi.
(MIQUEL).

DATE	Bacteri sopra 1 m. c. di aria			
	Spedale delle Pitié di Parigi			IV Circondario di Parigi
	Infermeria Michon (uomini)	Infermeria Lisfranc (donne)	Media	
1881 Marzo	77700	74900	76300	5250
» Aprile	70000	71400	70700	6790
» Maggio	70000	79800	74900	7000
» Giugno	31500	39900	35700	10780
» Luglio	40600	49000	44800	9890
» Agosto	38780	46200	42490	6720
» Settembre	73500	58800	66150	6930
» Ottobre	86800	88900	87850	7490
» Novembre	105000	109200	107100	5460
» Dicembre	149100	204300	175700	3710
1882 Gennaio	112700	89600	101150	1120
» Febbraio	100800	77700	89250	1400
» Marzo	103600	73850	87350	3920
» Aprile	77840	52920	65380	5950
» Maggio	44100	41510	42840	6790
MEDIA GENERALE	—	—	77700	5950

(1) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1883, p. 421.

Dall' esame del precedente Prospetto resultano due fatti degni di nota; l' uno, già dimostrato dal Prospetto N.° 39 che cioè la quantità dei Bacteri in nessun luogo raggiunge una cifra così alta come nell' aria degli spedali; l' altro che il loro numero, che arriva ai massimi di 149,100 e 204,300 nel Dicembre, comincia a diminuire nella primavera, e raggiunge il minimo nell'estate, tanto da ridursi nel Giugno a 31,500 e 39,900. Queste oscillazioni, e il modo con cui si compiono, che non hanno alcuna coincidenza coll'aumento o colla diminuzione dei malati, nè con misure speciali sanitarie adottate in un'epoca piuttosto che in un' altra, possono essere spiegate sapendo come nella stagione calda, col rimanere aperte le finestre, l' aria della infermeria si cambia con quella esterna e si purifica. Questi scambi che servono utilmente a risanare l' aria dello spedale, producono un effetto opposto sull' aria esterna, contaminandola di tutte quelle materie organiche inerti, e di tutti quegli organismi viventi che abbiam veduto esistere in tanta copia nei luoghi dove si raccolgono ammalati, e che possono riuscire tanto più pericolosi, quanto maggiore sarà il numero e l' agglomerazione degli infermi attaccati da malattie infeziose.

In quanto alle diverse specie di Bacteriacee che si incontrano nell' aria degli spedali, diremo che vi predomina il genere *Micrococcus*. Il Miquel su 100 microrganismi dello spedale della Pitié ha contato 91 Sferobacteri, 5 Desmobacteri e 4 Microbacteri.

Bacteri dell' aria confinata dei bastimenti. — Gli spazi confinati a bordo delle navi dove soggiornano i viaggiatori o i marinari, non mancano mai della presenza di Bacteri atmosferici, e quantunque il loro numero sia molto minore di quello che si riscontra nelle abitazioni private e negli edifici collettivi, pure, tenendo conto che il bastimento naviga in un' aria purissima qual' è quella marina, il loro numero diventa relativamente considerevole, e dimostra quanto la presenza dell' uomo contribuisca a contaminare anche di microrganismi le atmosfere dove soggiorna.

Le osservazioni fatte dal comandante Moreau nei suoi viaggi di mare, provano che la proporzione dei Bacteri dell' aria interna delle navi aumenta tanto più quanto maggiore è il numero degli individui e degli animali che sono a bordo, quanto minore è la loro nettezza e più ristretto lo spazio abitato, e quanto più il bastimento ha contatto o soggiorna nei porti; mentre basta qualche giorno di navigazione, perchè l' atmosfera della nave risenta dell' azione purificatrice dell' aria libera del mare.

Riepiloghiamo qui sotto, perchè di grande importanza, i resultati avuti dal Moreau in tre viaggi nel Mediterraneo:

Viaggio da Marsilia a Odessa; marzo 1884. — I. Esp. (23 marzo) in mare fra l' Isola d' Elba e la Corsica: in 10 litri di aria del salone situato sul ponte e abitato da 17 persone, si trovarono 4 Bacilli e 2 Micrococchi, cioè 600 Bacteri in 1 m. c. — II. Esp. (26 marzo) nel mare Jonio: il numero dei viaggiatori è di 21; si hanno 300 Bacteri in 1 m. c. — III. Esp. (31 marzo) nel Mar Nero: 60 Bacteri per 1 m. c.

Le predette esperienze che si effettuarono nel viaggio di andata, dimostrano che bastarono 10 giorni di permanenza in pieno mare, perchè l'aria del bastimento si purificasse dei suoi Bacteri, in modo da ridurli a un solo decimo del loro numero primitivo. Infatti mentre alla partenza da Marsilia se ne contavano 600 per metro cubo, nel Mar Nero erano discesi a soli 60.

Nel ritorno da Odessa a Marsilia lo stesso bastimento imbarcò 95 passeggeri Turchi, e 132 gabbie di polli. Durante la traversata, 4 esperienze fatte su l'aria del salone accusarono 60, 300, 130 e 60 Bacteri; ciò che dimostra che l'aria fattasi più pura nel viaggio di andata, tornò a corrompersi pel numero accresciuto dei passeggieri, e più che mai pel genere della mercanzia imbarcata.

In un viaggio sul Mediterraneo da Marsilia ad Alessandria e viceversa, furono eseguite 4 valutazioni sui Bacteri dell'aria interna del bastimento con i seguenti resultati:

PROSPETTO N.° 41.

Bacteri dell'aria del salone di seconda classe del piroscafo Said, *durante il viaggio da Marsilia ad Alessandria.* — (Moreau e Miquel).

Data	Luoghi in cui fu raccolta l'aria	Numero dei passeggeri	Bacteri in 1 m. c. di aria
2 Maggio 1884	Partenza da Marsilia	28	120
5 » »	A 74 chil. dall'Isola di Candia	17	45
18 » »	Ritorno. Fra Messina e Napoli	—	34
—	All'Est delle Isole Hyères	—	34
	Media . .	—	60

In un secondo viaggio fra Marsilia ed Alessandria, 6 esperimenti sull'aria del salone di seconda classe, indicarono le seguenti proporzioni di Bacteri:

PROSPETTO N.° 42.

Bacteri dell'aria del salone di seconda classe del piroscafo Said *fra Marsilia e Alessandria.* — (Moreau e Miquel).

Data	Luoghi in cui fu raccolta l'aria	Numero dei passeggeri	Bacteri sopra 1 m. c. di aria
27 Maggio 1884	Nel porto di Marsilia, sala abitata da 7 giorni	—	115
29 » »	In mare	9	70
2 Giugno »	In mare	8	?
9 » »	Nella rada di Alessandria	0	30
13 » »	In mare	46	30
15 » »	In mare	27	30

Da questi due ultimi Prospetti si conferma il fatto già posto in evidenza nel primo viaggio da Marsilia a Odessa, che cioè l'atmosfera impura dell'interno del bastimento perde 1/3 o 1/4 dei suoi Bacteri dopo 5 o 6 giorni di navigazione.

§ 2.° — *Pulviscolo deposto nelle abitazioni.*

Lo studio delle polveri che si depongono sul pavimento, sui muri e sugli oggetti delle abitazioni, può offrire speciale importanza, quando nelle stanze soggiornino o abbiano soggiornato persone ammalate. I vomiti, le deiezioni, il pus delle piaghe, gli spurghi, le squamme epidermiche, e tante altre materie che hanno imbrattato il pavimento, i tappeti, il letto, i mobili, una volta secchi si riducono in polvere finissima, che sollevandosi nell'aria, va insieme col pulviscolo venuto dal di fuori, a deporsi su tutte le superfici e le sporgenze, dove può più facilmente radunarsi e soggiornare.

Per i partigiani del parassitismo le materie rigettate e appartenenti a infermi colpiti da malattie infeziose, non riescono temibili e infettive, che in quanto portan seco i germi di quei parassiti vegetali che per essi costituiscono il vero ed unico contagio.

Esaminiamo un poco queste polveri deposte dal lato dei Bacteri. Anche qui, come per le polveri sospese nell'aria, bisogna notare che la quantità, e più la qualità del pulviscolo deposto, sono molto diverse a seconda della posizione dell'ambiente e dell'uso a cui è destinato. Diremo subito però, che qualunque sia il luogo chiuso che dette il campione di polvere deposta, in essa il numero dei Bacteri è molto maggiore di quello che si riscontri nelle polveri deposte all'aria libera. Polveri raccolte in abitazioni private dettero ora 1,300,000, ora 2,000,000 Bacteri per 1 grammo di polvere, mentre quella dell'aria libera non ne avevano sul medesimo peso che 750,000.

Nel seguente Prospetto son raccolte alcune osservazioni comparative fatte in proposito dal Miquel.

PROSPETTO N.° 43.

Bacteri contenuti nelle polveri deposte di varie abitazioni. — (Miquel).

LUOGHI IN CUI FU RACCOLTA L'ARIA	Sopra 1gr. di polvere
Biblioteca dell'Osservatorio di Montsouris	750000
Casa della strada di Rennes a Parigi	1300000
Casa della strada Monge a Parigi	2100000

Dalle quali cifre si torna a concludere, che l' aria delle abitazioni di campagna è molto meno infetta di quella delle case di città.

La natura delle Bacteriacee dalle polveri deposte, varia a seconda dei luoghi, come si vede dal seguente Prospetto. I Micrococchi abbondano più nelle case di città; i Bacilli in quelle di campagna.

PROSPETTO N.° 44.

Natura dei Bacteri delle polveri deposte nelle abitazioni private.

(MIQUEL).

LUOGHI IN CUI FU RACCOLTA L' ARIA	SU 100 BACTERI		
	Micrococchi	Bacilli	Bacteri
Biblioteca dell'Osservatorio di Montsouris.	25	70	5
Casa della strada di Rennes, Parigi	60	34	6
Casa della strada Monge, Parigi	75	18	7
MEDIE	80	41	6

CAPITOLO II.

Pulviscolo dell'aria delle fogne.

La rete sotterranea costituita dai canali di scolo che asportano le immondizie ed i rifiuti di una città, ha frequenti comunicazioni dirette e indirette sia colle strade, sia colle abitazioni. Le feritoie e le bocche destinate a dar passaggio alle acque pluviali delle strade, le gallerie di penetrazione che ricevono i condotti di scolo delle acque domestiche ed i tubi di rifiuto delle latrine, sono altrettante aperture delle quali si effettuano gli scambi gassosi fra l' interno della fogna, le strade, e le abitazioni. Condizioni differenti di temperatura, di pressione e di movimento delle due atmosfere; attività di processi putrefattivi delle materie organiche sciolte o sospese nelle acque di fogna, e consecutivo svolgimento di prodotti gassosi, presiedono a questi scambi, che in certe stagioni si fanno più facili e straordinariamente abbondanti. L'aria posta così in movimento, trascina seco non solo le emanazioni di cui si è impregnata, soggiornando nella fogna, ma altresì tutte le particelle che vi stanno sospese. Nello stesso modo che è di grande importanza per l' igienista scoprire e conoscere i prodotti gassosi

che dalla fogna possono uscire nella strada o penetrare nelle case, è di uguale interesse conoscere quali e quanti possano essere i corpuscoli organizzati che stan sospesi nell'aria delle fogne. Quando si ponga mente alla quantità ed alla qualità delle immondizie che si raccolgono nelle cloache, alla corruzione estrema delle acque che vi scorrono, ai gas nauseabondi che si svolgono, sarà facile indovinare in quelle acque, ed anche nell'aria che vi sta a contatto, la presenza di quegli organismi inferiori che si compiacciono nella putrefazione.

Nell'aria delle fogne si trovano sospese delle particelle minerali, delle materie organiche inerti di varia natura, animale o vegetale, e dei corpuscoli viventi.

Fra le materie minerali si notano tenuissime particelle di silice e di carbonato di calce, che traggono origine dalla volta e dalle pareti della fogna, e che si staccano per le scosse comunicate a tutto il sistema dalle vetture, e dall'attività che si svolge alla luce del giorno.

Fra le particelle organiche inerti abbiamo raramente delle fibre vegetali, e delle fibre tessili; raramente del pari i granuli di amido; quasi mai i granuli di polline.

I microrganismi viventi son quelli che più abbondano nell'aria delle fogne. Non bisogna però credere che quest'atmosfera sotterranea, sebbene a contatto con acque eminentemente putride, ogni goccia delle quali brulica di migliaia e di migliaia di esseri microscopici (1), non bisogna credere, dico, che quest'atmosfera sia straordinariamente carica di microrganismi. Abbiamo altrove accennato alle difficoltà che provano le spore delle crittogame ed i germi dei Bacteri sepolti nelle acque a passare nell'aria, e dicemmo come lo stesso svolgimento gassoso, anche se straordinariamente rapido, che si effettua durante la putrefazione dai terreni umidi o dalle acque stagnanti, non sia sufficiente a trascinare seco e spandere nell'aria questi germi. Le

---

(1) Il seguente Prospetto può dare un'idea del numero straordinario di Bacteri contenuti nelle acque, a confronto con quelli dell'atmosfera. Le stesse acque di pioggia, che a primo aspetto potrebbero credersi da questo lato le più pure, contengono 64 Bacteri per ogni cent. cubo, cioè circa 3,2 per ogni goccia. Che diremo delle acque di fogna in cui questi microrganismi figurano per 80,000 in ogni centimetro cubo, ossia 4000 per ogni goccia?

PROSPETTO N.° 45.

Bacteri contenuti in diverse acque. — (MIQUEL),

PROVENIENZA DELLE ACQUE	BACTERI sopra 1 litro di acqua
Vapore condensato dell' atmosfera	900
Acque dei canali di scolo delle culture di Asnières	48000
Acqua di pioggia	64000
Acqua della Vanne (Bacino di Montrouge)	248000
Acque della Senna a Bercy	4800000
Acque della Senna ad Asnières	12800000
Acque di fogna del Collettore di Clichy	80000000

analisi dirette dell'aria di fogna mostrano con le loro cifre, che questa difficoltà è un fatto, e che alcuni dei microrganismi, i Bacteri per esempio, si trovano in minor numero nelle fogne, che negli spedali.

A. — *Spore crittogamiche.*

Se abbondanza di corpuscoli organizzati esiste nell'aria delle fogne, son sempre le spore crittogamiche, delle quali è dato vedere esemplari svariatissimi per natura, forma e colore. Le condizioni di umidità permanente dei condotti sotterranei, favoriscono straordinariamente lo svolgimento e la propagazione di queste crittogame. Le spore che più facilmente si incontrano sono quelle appartenenti alla vasta famiglia delle Mucedinee, ed alcune spore ripiene di un protoplasma granuloso, aventi spesso la forma dei Saccaromiceti e delle Torule. Le spore dei generi *Selenosporium, Leptotrichum, Alternaria* e *Fumago,* che abbiamo veduto nell' aria libera, si incontrano più raramente nelle fogne. (Miquel).

Le scarse osservazioni che si posseggono sulla natura delle crittogame che vegetano nei condotti sotterranei, non permettono per adesso di dare un giudizio sulla innocuità delle fruttificazioni che da quelle hanno origine.

Poche, e poco sensibili sono le oscillazioni che subisce il numero delle spore crittogamiche dell'aria delle cloache. Questo fatto opposto a quello che abbiam veduto succedere per l'aria libera, si deve a che le condizioni di umidità e di temperatura di questi condotti sotterranei, senza offrire una perfetta uniformità in tutte le stagioni, variano ben poco dall' inverno all' estate (1).

B. — *Germi di Bacteri.*

In quanto ai germi dei Bacteri, si trovano sempre in gran numero nell'aria delle fogne, sebbene in proporzione inferiore a quella delle spore crittogamiche. Il numero di questi germi variava dai 5600 ai 6300 in $1^{m.c.}$ dell'aria della fogna della strada Rivoli a Parigi, cioè era molto vicino a quello notato nell'aria libera del IV Circondario della città, colla differenza però che mentre l'aria della strada si mostrava carica di un numero di germi molto variabile, quella delle fogne ne manteneva quasi costante la proporzione. Dal lato dunque dell'Igiene i germi che possono uscire dalle bocche delle fogne, non potrebbero aumentare di molto il numero di quelli che si trovano nell'aria delle strade e delle abitazioni, inquantochè l'esperienza dimostri che l'aria delle fogne è carica presso a poco di Microbi come quella delle strade, e lo è molto meno di quella degli spedali.

Secondo il Miquel i Bacteri dell'aria delle fogne differirebbero essenzialmente da quelli dell'aria libera, e da quelli dell'interno delle abitazioni.

(1) Vedi a questo proposito le mie esperienze riportate nel libro: *Roster.* Le acque di Fogna Ann. Agric. Ind, e Comm., vol. 81, 1876. pag. 90 e seg.).

Questi germi avrebbero la proprietà di corrompere in breve tempo le infusioni anche le meno sensibili, determinandovi il più delle volte delle fermentazioni putride con prodotti eminentemente fetidi. Molti di questi Bacteri sono anaerobi, e formano un mondo nuovo che meriterebbe uno studio attento e speciale.

Termineremo lo studio sulle polveri dell'aria confinata ripetendo qui il Prospetto già posto alla pag. 97 dove si fa il confronto fra le diverse specie di Bacteriacee dell'aria libera e degli spazi chiusi.

PROSPETTO N.° 46.

Natura dei Bacteri raccolti in varie atmosfere. — (Miquel).

LUOGHI DOVE FU RACCOLTA L'ARIA	Micrococcus	Bacillus	Bacterium	Totale
IV Circondario di Parigi	93	5	2	100
Parco di Montsouris	73	19	8	100
Spedali di Parigi	86	9	5	100
Abitazioni private di Parigi	84	10	6	100
Laboratorio di Montsouris	81	16	3	100
Stanze inabitate	54	47	1	100
Fogne di Parigi	60	14	26	100

CAPITOLO III.

Pulviscolo delle atmosfere professionali e industriali.

Non si può terminare lo studio del pulviscolo degli ambienti confinati, senza spendere due parole sulle svariate polveri che si sollevano nell' esercizio delle industrie, e costituiscono parte essenzialissima di quelle che si chiamano atmosfere professionali e industriali. L'indole però e la mole del presente lavoro, non consentono una specificata esposizione di tutte le polveri industriali, ed un esame accurato delle diverse manipolazioni ed operazioni che intervengono in ciascuna industria, ognuna delle quali può esser sorgente a parte di polveri per natura, per modalità e per proporzioni ben diverse. Ci contenteremo dunque di enumerare quali possono essere queste polveri, di dividerle a seconda della loro natura, e di accennare le più importanti. Degli effetti poi che possono indurre introdotte nella nostra econo-

mia, sarà ragionato a parte trattando dell'azione del pulviscolo sull'organismo umano (1).

L' esercizio delle industrie, oltre esser causa di viziamento degli ambienti ove si eseguiscono le diverse operazioni, corrompe per svolgimento di polveri e di esalazioni anche l'aria libera circumambiente, e specialmente questa corruzione ha luogo per le grandi quantità di fumo che vomitano giornalmente i focolari industriali. La moltiplicità di questi focolari, l'uso ognor crescente dei combustibili minerali, hanno per resultato di spandere nell'aria grande quantità di particelle sospese, e più ancora di gas e di emanazioni, che sono un continuo incomodo e talvolta un vero pericolo per gli abitanti. Nessuna città si sottrae a questa sorgente di contaminazione, e se non sono i grandi opifici industriali, abbiamo sempre le piccole industrie, le professioni, le vie ferrate, i battelli a vapore e i focolari domestici.

Fatta astrazione dal pulviscolo ordinario che gli ambienti industriali contengono a comune con tutti gli spazi chiusi abitati dall'uomo, le polveri industriali, cioè quelle esclusivamente svolte dalla materia manipolata in ciascuno opificio, possono dividersi in polveri animali, vegetali e minerali, cioè in relazione alla sostanza lavorata da cui traggono origine. Vi sono però diverse industrie e professioni in cui questa divisione non è più possibile, perchè il lavoro si porta simultaneamente sopra materie di varia natura, o perchè la sostanza prima contiene altre polveri che non sono quelle pertinenti alla sua origine animale, vegetale o minerale. Servano di esempio gli spazzaturai, i lavoratori di crini, i fabbricanti di concimi ecc.

Ho riunito qui sotto in tre gruppi le principali industrie e professioni che nel loro esercizio sollevano polveri animali, vegetali e minerali.

PROSPETTO N.° 47.

Industrie e professioni che lavorano materie animali — (ROSTER).

1. Lavorazione della lana greggia (battitura, cardatura, filatura).
2. Fabbriche di tappeti e di tessuti di lana.
3. Lavorazione della seta greggia (sbozzolatura, filatura).
4. Fabbriche di tessuti di seta.
5. Lavorazione dei crini e delle penne.
6. Lavorazione delle pelliccie.
7. Parrucchieri.
8. Lavorazione delle ossa, delle corna, delle unghie, della tartaruga e dell'avorio.
9. Concia delle pelli (raschiatura e ripulitura delle pelli secche e conciate).
10. Polverizzazione delle ossa e delle unghie.

(1) Vedi Parte III, Libro I, Cap. I e II.

11. Fabbriche di nero animale.
12. Fabbriche di concimi (polverizzazione, vagliatura, miscele).
13. Fabbriche di cappelli di feltro e di berretti di lana.
14. Tappezzieri (scardassatura e battitura delle lane e dei crini).
15. Spazzaturai.

PROSPETTO N.° 48.

Industrie e professioni che lavorano materie vegetali. — (Roster).

1. Vagliatura ripulitura e misurazione dei cereali, leguminose, ecc.
2. Macinatura dei grani, cereali e frutta secche.
3. Arte bianca.
4. Macinatura delle scorze.
5. Macinatura e soppestamento delle droghe e materie medicamentose.
6. Fabbriche di solfato di chinina e di altri prodotti chimici vegetali.
7. Maciullatura delle fibre tessili (canapa, lino, juta, ecc.).
8. Cardatura delle fibre tessili (canapa, lino, cotone).
9. Filatura della canapa, del lino e del cotone.
10. Fabbrica di tessuti di canapa, lino, cotone, ecc.
11. Segherie di legnami e trinciatura di paglia.
12 Tornitura dei legni
13. Preparazione del carbone di legna.
14. Escavazioni di torba, piligno, lignite, ecc.
15. Fabbriche di tabacchi.
16. Fabbriche di concimi (polverizzazione, vagliatura, miscele).
17. Lavorazione delle resine.
18 Raffinerie di canfora.
19 Fabbriche e raffinerie di zucchero.
20. Cartiere e fabbriche di cartoni.
21. Feculerie.
22. Depositi di cenci e stracci.
23. Fonderie di ghisa, bronzo, ecc (impolveratura delle forme con carbone e fecule).
24. Spazzaturai.

PROSPETTO N.° 49.

Industrie e professioni che lavorano materie minerali. — (Roster).

1. Cottura dei calcarei, del gesso e dei cementi.
2. Macinatura di pietre, cementi, gesso, argilla, ecc.
3. Fabbriche di porcellane, maioliche e terre cotte.

4. Vetrerie.
5. Arrotatura e segatura di pietre e cristalli.
6. Arrotatura a secco, smerigliatura e pulitura di metalli.
7. Tornitura e lavorazione dei metalli
8. Escavazione di pietre, carbonfossile e minerali metalliferi.
9. Escavazione e lavorazione dello solfo.
10. Lavorazione e spaccatura delle pietre.
11. Laminazione e filiere di metalli.
12. Fonderie di metalli
13. Alti forni e arrostitura di minerali.
14. Purificazione di metalli (oro e argento).
15. Fabbriche di prodotti chimici in genere.
16. Fabbriche di colori minerali (piombo, mercurio, arsenico, antimonio, cromo, rame).
17. Fabbriche di polvere pirica.
18 Spazzaturai.



PARTE TERZA

Azione ed effetti dei diversi elementi del Pulviscolo atmosferico su l' organismo animale.

LIBRO I.

Azione ed effetti delle polveri atmosferiche inerti.

Le polveri atmosferiche possono produrre effetti diversi sul nostro organismo a seconda che sono *polveri inerti* o *polveri viventi.* Questa distinzione che abbiamo adottato nella descrizione delle diverse particelle che compongono il pulvisculo atmosferico, corrisponde abbastanza bene ai due ordini di malattie che in patologia si conoscono col nome di *malattie comuni* e di *malattie specifiche.*

Il grado di azione delle polveri inerti differisce a seconda che si trovano nell'aria libera o negli ambienti chiusi. La contaminazione delle atmosfere confinate per le polveri che si svolgono nelle manipolazioni industriali, raggiunge un grado molto più elevato di quello che possa osservarsi all'aria libera; ammesso anche che questa si trovi sottoposta ad una sorgente di pulviscolo, sia pure considerevole, come succede per le regioni limitrofe ai vulcani. Tuttavia le comunicazioni che l'aria esterna ha con gli spazi chiusi ove si eseguiscono le diverse operazioni industriali, sono talvolta così estese e frequenti, come succede nelle città manifatturiere, che la contaminazione non resta nelle cerchia dell' opificio, ma si fa strada al di fuori e si propaga nell'aria libera circumambiente. Non è possibile che gl' individui che abitano un gran centro industriale, restino indifferenti alle polveri carboniose vomitate dai fumaioli delle officine, alle polveri minerali, spesso tossiche, delle fabbriche che lavorano le sostanze metalliche o minerali; alle polveri organiche provenienti dalla lavorazione delle materie animali e vegetali, le quali tutte necessariamente debbono spandersi sopra un raggio più o meno esteso intorno all'officina, a seconda della importanza dell' industria, dei metodi di lavorazione, o delle condizioni topografiche e atmosferiche.

I viziamenti dell'atmosfera per esuberanza di polveri sospese, essendo maggiori negli spazi confinati, e fra questi sopra a tutto negli opificii, è naturale che gli effetti che ne conseguono si facciano sopra a tutto sentire sulla salute degli individui che vi lavorano.

L'azione delle polveri industriali può esser *locale;* cioè manifestarsi senza dar luogo a fenomeni generali o di assorbimento, e perciò semplicemente *meccanica*, come quella che agisce sulle vie respiratorie, sulla pelle, sulla muccosa degli occhi e delle labbra; oppure farsi sentire su tutto l'organismo ed esercitare azione *generale*, perchè la polvere assorbita è di tal natura da dar luogo a disturbi e fenomeni di avvelenamento.

Non staremo qui a specificare i singoli effetti che si possono avere sull'organismo dalla introduzione delle polveri atmosferiche, e molto meno a tracciare un quadro nosologico delle diverse malattie professionali e industriali dovute alla inalazione di polveri. Ci contenteremo solo di svolgere alcune considerazioni generali, e di referire alcuni fatti.

CAPITOLO I.

Effetti complessi ed effetti locali delle polveri inerti.

§ 1.° — *Presenza delle polveri nel polmone e meccanismo di penetrazione.*

Le polveri inerti, di qualunque natura sieno, possono penetrare nell'organismo per le vie aeree, seguire i canali bronchiali, arrivare alle vessichette polmonari, attraversarne le pareti, e giungere fino al tessuto connettivo del polmone.

Già fino dal 1813 il Pearson e nel 1817 il Laennec, avevano annunziata la presenza di particelle carboniose trovate nel polmone di carbonai. Le obiezioni che furon mosse alle osservazioni di questi due autori, si ridussero a due principalmente; la prima che negava recisamente la possibilità della introduzione così addentro delle particelle carboniose, inquantochè prima i peli delle fosse nasali, e poi i cigli vibratili dell'epitelio bronchiale, dovevano arrestare qualunque particella sospesa; la seconda, che gli ammassi neri, anzi che carbone, potevano essere un pigmento di origine animale. Gli esperimenti del Villaret (1862) che riproduceva i depositi carboniosi nei conigli, facendoli respirare in un' atmosfera carica di pulviscolo di carbone, troncarono qualunque dubbio. Se non che il Villaret, volendo dai fatti osservati trar subito delle teorie, suppose che le molecole di carbone, invece di aver preso la via più breve dei bronchi, avessero preferito quella più lunga del circolo sanguigno, e che assorbite prima sulla muccosa digestiva dalle vene meseraiche, venissero poi col sangue a depositarsi nei polmoni. Inutile nemmeno confutare la teoria del Villaret.

Fatti molteplici dimostrano che le polveri atmosferiche inspirate, arrivano direttamente per le vie dei bronchi e delle cellule polmonari al tes-

suto connettivo del polmone. Il Traube (1860) riconosceva delle particelle carboniose nel polmone di un carbonaio, ed il Virchow arrivava a determinare non solo la natura degli ammassi neri, ma perfino la qualità del legno che li aveva forniti. Il Rindfleisch (1871) dimostrava che una volta che le particelle polverose sono venute a contatto della membrana vessiculare, non possono staccarsene, e in grazia del loro peso vi passano a traverso. Penetrate poi che sono nel parenchima polmonare, e trasportate dalla corrente dei liquidi nutritivi, si fissano in parte in quelli elementi cellulari, come i corpuscoli del tessuto connettivo, le cellule migratrici di natura amiboide, che sono capaci di trattenere nel loro protoplasma i corpuscoli solidi di estrema tenuità; e in parte, per emigrazioni successive, raggiungono la radice del polmone, e s' incorporano nelle glandole linfatiche del mediastino.

Lo Zenker (1865-67) faceva vedere che, onde accada l' assorbimento, non occorre che le particelle abbiano punte o spigoli acuti, ma che una polvere di ferro composta di corpuscoli arrotondati, era capace di penetrare nel tessuto polmonare altrettanto profondamente. Secondo il Robin la penetrazione avverrebbe non già per lacerazione, ma per pressione, e gli elementi istologici si lascerebbero divaricare per quindi richiudersi, una volta effettuato il passaggio. L' Hirt però crede che quando si tratti di particelle dure ed aspre, queste penetrando nei tessuti debbano sempre produrre una lacerazione, ciò che secondo lui favorisce la penetrazione di particelle successive, e concorre a formare in un medesimo punto quegli ammassi che si notano. L'osservazione dell' Hirt potrebbe servire a spiegare la differenza di nocevolezza fra le polveri minerali e le organiche, come quelle di cotone e di lana. Un' altra ragione che potrebbe chiarire in qual modo le particelle di cotone e di lana non penetrino, come quelle minerali, entro il tessuto polmonare, potrebbe trovarsi non solo nella mancanza di durezza e di asperità, ma ancora nella loro forma e nelle loro dimensioni, che se permettono di giungere fino alle ultime diramazioni capillari dei bronchi, impediscono loro però di penetrare profondamente entro ai tessuti. Infatti i depositi cotonosi nel tessuto polmonare non sono stati, che io mi sappia, ancora ben dimostrati. Il catarro bronchiale dei filatori di cotone, o la *Broncorrea cotonosa*, come la chiama il Layet, è incontestabile; ma la *Bissinosi*, cioè l'assorbimento della polvere, è ancora molto dubbia. Il Cœtsem (1836) descrive da una parte una vera pneumonite catarrale prodotta dalla inalazione della polvere di cotone, e dall'altra una malattia con i fenomeni della tubercolosi fibrosa, che però s' incontra da per tutto, e che si può osservare anche nelle persone che non hanno mai messo piede in una filanda di cotone.

Oltre l' azione sull' apparecchio respiratorio, le polveri minerali possono agire meccanicamente sulla pelle otturandone i pori, sopprimendo in parte le funzioni cutanee, e producendo delle irritazioni che sono tanto più sensibili là dove la pelle si assottiglia, o dove si trasforma in una membrana più delicata, come sarebbe la congiuntiva oculare.

Tutti gli effetti delle polveri sospese si rendono più manifesti quanto più si svolgono in ambienti chiusi, e in atmosfere non rinnovate. Il pulviscolo

dell' aria libera non produce mai effetti ben decisi sul nostro organismo. Tuttavia nelle grandi città, lungo le strade sterrate, là dove si costruisce e più dove si demolisce, nelle ore destinate alla nettezza delle vie, nei quartieri dove abbondano i fumaioli delle officine, s' inalzano nella atmosfera abbondanti polveri che agendo sulle vie respiratorie, sugli occhi, sulla pelle, costituiscono una delle tante insalubrità dei grandi centri popolati.

Meno precisa e spesso incerta, è l' azione che sull' economia animale possono avere le particelle organiche, ma prive di vita, sospese nell'aria.

Fra le particelle di natura organica provenienti dalla polverizzazione delle materie animali e vegetali morte, e i microrganismi viventi, possono collocarsi come termine intermedio, quelle molecole organiche, sempre però morte, che si distaccano dal corpo dell' uomo e degli animali nello stato di salute o di malattia, e le altre che possono avere origine dai focolai di putrefazione. Queste particelle unitamente alle emanazioni organiche gassose, che si svolgono dal corpo degli animali vivi e dalle materie organiche corrotte, costituiscono quella condizione particolare che è stata detta *animalizzazione* o *putridità* dell' atmosfera, ed alla quale da taluni si attribuisce tuttavia l' origine delle malattie miasmatiche e contagiose.

Poco conosciuto è il meccanismo per cui le particelle organiche sospese, e le emanazioni provenienti da materie putride, possono agire sull' organismo. Fra le professioni che lavorano materie animali e vegetali, ve ne hanno talune che maneggiano queste sostanze in uno stato completo di corruzione. I conciatori, i vuota-cessi, i budellai, i fabbricanti di concimi rimangono diuturnamente esposti a respirare aria viziata da polveri e da emanazioni, e tuttavia non solo fra questi operai si trovano degli individui robusti ed in perfette condizioni di salute, ma è stata fatta l'osservazione che alcune di tali industrie sembravano impartire una specie d' immunità per certe malattie contagiose. Dicono il Warren ed il Parent-Duchâtelet, che gli operai che vivono in mezzo a odori infetti, hanno una media alta nella vita, e secondo il Laveran, fra questi operai si troverebbero due volte meno tisici, che nella media degli altri mestieri, e per di più acquisterebbero una specie d'immunità per le affezioni tifiche. Questa tolleranza veramente inaspettata, potrebbe spiegarsi con la reazione dovuta all' esercizio muscolare che si oppone all' assorbimento della materia putrida; con la diffusione di questa materia in atmosfere generalmente rinnovate, e finalmente con la selezione naturale, restando gli operai più robusti, e scomparendo quelli più deboli, vittime delle influenze dell' ambiente in cui lavorano.

§ 2.° — *Azione delle polveri inerti sugli organi respiratori.*

Le affezioni respiratorie provocate dalla inalazione delle polveri, consistono generalmente nei catarri delle vie aeree, nell'enfisema polmonare, nella dilatazione bronchiale, in diverse specie di pneumonia, e finalmente in forme particolari di tisi. Tanto l'enfisema, quanto la bronchiettasia sono le conseguenze della bronchite cronica. In questi casi l' enfisema è per *compensa-*

zione, o come si dice *vicario*, perchè è il resultato della respirazione supplementare nelle parti del polmone non offese.

Le forme di pneumonia cronica che fan seguito alle inalazioni di polveri, possono essere diverse. L' Hirt avrebbe osservato qualche caso di polmonite acuta, e cita, ad esempio, un giovane nel quale si sarebbe prodotta quattro volte quando tornava al lavoro. Per l'Hirt queste pneumoniti acute sarebbero differenti dalle comuni pneumoniti.

La respirazione delle polveri può esercitare un ufficio importante nella produzione della tubercolosi polmonare.

Riproduco qui sotto alcuni Prospetti dovuti all' Hirt, che dimostrano la frequenza relativa della tisi negli operai che respirano atmosfere viziate da polveri, ma intanto non posso fare a meno di accennare, che bene spesso la tubercolosi polmonare è stata confusa con varie forme di pneumonite cronica, e che perciò i Prospetti dell'Hirt possono stare a indicare, con le debite restrizioni, più le malattie croniche del polmone, che la vera e propria tubercolosi.

PROSPETTO N.° 50.

Frequenza relativa della tubercolosi negli operai che respirano polveri metalliche. — (HIRT).

PROFESSIONI	TUBERCOLOSI su 100 malati
Aguzzatori di aghi	69.6
Tagliatori di lime	62.9
Litografi	48.5
Fabbricanti di colatoj	42.1
Arrotini	40.4
Formatori	36.9
Orologiari	36.5
Fonditori di caratteri	34.9
Incisori	26.3
Tintori	25.0
Verniciatori	25.0
Pittori	24.5
Stampatori	21.6
Cinturinai	19.7
Lampisti	14.1
Fabbricanti di spilli	12.5
Coltellinai e Chiodaioli	12.2
Chiavaioli	11.5
Maniscalchi	10.7
Fonditori in rame	9.4
Ottonai	6.0

PROSPETTO N.° 51.

***Frequenza relativa della tubercolosi negli operai che respirano polveri minerali.* — (Hirt).**

PROFESSIONI	Tubercolosi su 100 malati
Tagliatori di Silice	80. 0
Tagliatori di macine	40. 0
Scarpellini	36. 4
Gessaioli	19. 0
Lavoranti di porcellana	16. 0
Figulinai	14. 7
Carpentieri	14. 4
Muratori	12. 9
Lavoranti di diamanti	9. 0
Preparatori di cementi	8. 10

PROSPETTO N.° 52.

Frequenza relativa della tubercolosi negli operai che respirano polveri vegetali. — (Hirt).

PROFESSIONI	Tubercolosi su 100 malati
Sigarai	36. 9
Tessitori	25. 0
Cordai	18. 9
Stipettai	14. 6
Carrozzieri	12. 5
Pasticcieri	11. 6
Mugnai	10. 9
Fornai	7. 0
Spazzacamini	6. 5
Carbonai	2. 0
Minatori	0. 8

PROSPETTO N.° 53.

Frequenza relativa della tubercolosi negli operai che respirano polveri animali. — (Hirt).

Professioni	Tubercolosi su 100 malati
Spazzolai	49.9
Parrucchieri	32.1
Tappezzieri	25.9
Pellicciai	23.2
Tornitori	16.2
Sellai	12.8
Bottonai	15.0
Cappellai	15.5
Fabbricanti di tessuti	10.0

PROSPETTO N.° 54.

Frequenza relativa della tubercolosi negli operai che respirano polveri miste. — (Hirt).

Professioni	Tubercolosi su 100 malati
Fabbricanti di vetri	35.0
Vetrai	17.8
Giornalieri	15.1

PROSPETTO N.° 55.

Frequenza relativa della tubercolosi negli operai che respirano in atmosfere prive di polveri. — (Hirt).

Professioni	Tubercolosi su 100 malati
Calzolai	18.7
Birrai	11.2
Bottai	10.1
Fabbricanti di guanti	10.0
Conciatori	9.2
Macellai	7.9

Una delle alterazioni più interessanti che fan seguito alla introduzione delle polveri nell' apparecchio respiratorio, sono i depositi delle più minute particelle loro nell' intima trama del tessuto polmonare, costituendo quello stato speciale dell' organo compreso sotto il nome collettivo di *Pneumoconiosi* (πνευμων polmone e χόνις polvere), e specificato coi diversi nomi di Antracosi, Siderosi, Calicosi, Bissinosi, ecc., a seconda che si tratta della deposizione di polveri di carbone, di ferro, di silice, o di cotone.

In quanto alle mortalità ed alla durata media della vita negli operai che lavorano in atmosfere cariche di polveri, abbiamo gli studii dell' Hirt dal quale tolgo le seguenti cifre:

PROSPETTO N.° 56.

Malattie, mortalità e vita media degli operai che respirano polveri.
(Hirt).

PROFESSIONI	Totale dei malati	Mortalità su 100		Vita media (anni)
		rapporto ai malati	generale	
Lustratori di agate	—	—	1	45 a 48
Cardatori	210	15.6	?	?
Giornalieri	4688	18.5	8.36	52. 4
Fornai	820	8.4	1.8	—
Lavoranti del cotone	—	—	3.5	47 a 50
Spazzolai	171	13.9	1.6	—
Lavoranti di cemento	—	—	—	50. 0
Confetturieri	180	15.0	—	57. 1
Lavoranti di diamanti	—	—	—	35. 5
Tornitori	160	16.8	1.55	57. 4
Stampatori	134	12.2	—	54. 3
Tintori	32	12.5	2.5	63. 7
Fabbricanti di lime	29	31.5	1.7	54. 0
Cesellatori	38	—	?	?
Parrucchieri	28	—	2.4	57. 9
Fonditori in rame	32	—	1.6	60. 4
Vetrai	114	13.3	2.1	57.03
Smerigliatori di vetri	—	—	—	42. 5
Incisori	19	—	—	54. 6
Fabbricanti di passamani	41	10.0	—	—
Cappellai	45	11.1	2.4	51. 6
Lampisti	141	9.0	2.8	47. 7

PROFESSIONI	Totale dei malati	Mortalità su 110		Vita media (anni)
		rapporto ai malati	generale	
Carbonai	49	7.0	1.5	55. 1
Minatori di carbonfossile	39879	—	1.9	—
Pellicciai	112	12.0	2.4	50. 5
Calderai	53	9.0	1. 9	48.6
Verniciatori	68	14.9	1. 9	45.0
Litografi	36	?	0.87	—
Pittori	106	17.9	1.56	57.5
Muratori	1038	11.0	1.59	55.6
Ottonai	—	—	1. 7	52.2
Mugnai	256	13.2	1.73	45.1
Aguzzatori di aghi	—	—	—	50.0
Fabbricanti di spilli	80	21.2	—	—
Fabbricanti di carta	—	—	1.28	37.6
Fabbricanti di porcellana	—	—	—	42.5
Lavoranti di grès	—	—	—	45.0
Sellai	234	15.4	2.39	53.5
Affilatori	47	26.1	—	—
Chiavaioli	596	15.0	1.13	49.1
Fabbri	376	10.5	1.85	55.1
Spazzacammini	76	9.0	2.29	45.3
Fonditori di caratteri	23	—	—	—
Calzolai	1770	10.0	—	—
Cordai	111	9.0	1.81	42 a 45
Fabbricanti di stacci	19	—	—	—
Scarpellini	162	21.5	2.8	36.3
Carradori	151	11.2	—	—
Lavoranti del tabacco	114	20.4	1.31	58.3
Tappezzieri	77	14.3	2.39	—
Ebanisti	1214	11.8	1.89	49.8
Figulinai	170	12.2	1.85	53.1
Fabbricanti di tessuti	—	—	1 a 1.5	57.5 a 59
Orologiari	82	22.2	2.78	55.9
Tessitori	59	—	1.36	51.9
Coltellinai e Chiodaioli	279	9.2	2.32	?

CAPITOLO II.

Effetti generali delle polveri inerti su l'organismo animale.

Nel modo stesso che trattando della natura delle polveri dell'atmosfere industriali, le abbiamo distinte in polveri animali, vegetali e minerali, così terremo la medesima divisione nell'accennare gli sconcerti generali che esse producono penetrando nell' organismo. Si avverta intanto che molte volte le atmosfere professionali sono viziate da polveri miste, e allora gli effetti che tengono dietro alla loro inalazione, partecipano di quelli delle une e delle altre.

Polveri animali. — Gli inconvenienti immediati prodotti dalla respirazione delle polveri animali, sono certamente minori di quelli che resultano dai gas e dalle emanazioni putride. Al contrario un lungo soggiorno in tali ambienti polverosi, predispone più alla tisi ed alle affezioni polmonari in genere. Gli operai che lavorano la lana, la seta, i crini sono quelli che più di tutti provano i malefici effetti dell'aria che respirano. I filatoi di lana hanno in generale ambienti più vasti e più aereati di quelli di cotone, ed alcune delle operazioni, come la battitura della lana, si eseguiscono abitualmente all' aria aperta. Nella tessitura dei panni, abbiamo varie manipolazioni come la pettinatura, la spazzolatura, capaci di inalzare abbondanti polveri. L' Hirt valuta al 5 % la mortalità degli operai addetti alle fabbriche di tessuti di lana, e calcola la loro vita media da 57 a 59 anni. Il Tardieu crede che le influenze patogeniche che possono spiegare le polveri che si sollevano nei setifici, sieno state esagerate; ed anche l'Hirt è di parere che non solo queste influenze si facciano sentire debolmente, ma che in questi operai le malattie degli organi respiratori non sieno nè più frequenti, nè più gravi che negli altri individui.

Le polveri animali più dannose sono forse quelle che si sollevano nella lavorazione dei crini, dei capelli, delle penne (spazzolai, sellai, parruchieri, tappezzieri, pellicciai, cappellai). Abbiamo qui una doppia azione provocata in parte dai frammenti del pelo, e in parte dalle materie estranee, specialmente di origine minerale, che sono mescolate al pelo. Secondo l'Hirt la durata media della vita in questi operai oscilla da 50 a 58 anni, e a seconda della professione la mortalità sarebbe da 1,603 a 2,921 per ogni 100 individui. Come malattie più frequenti si avrebbero: la tisi (da 12 a 50 % a seconda dei diversi mestieri); le bronchiti (da 6 a 47 %); la pneumonite (da 6 a 10 %); le malattie acute (da 12 a 40 %).

Polveri vegetali — Diverse, come vedemmo, sono le industrie che lavorano sostanze vegetali. I cardatori, i filatori di canapa, di lino, di cotone e di juta; i fabbricanti dei relativi tessuti, respirano un'aria carica di fram-

menti di fibre vegetali. Soffrono spesso di secchezza alle fauci, di tosse, di bronchiti e di pneumoniti, e si dice che vadano soggetti abbastanza frequentemente alla tubercolosi polmonare Fra le professioni e le industrie che espongono maggiormente gli operai a respirare polveri vegetali abbondanti, sono da rammentarsi: i carbonai, e coloro che spalmano con polvere di carbone le forme per la fusione dei metalli, i quali tutti patiscono di antracosi; i lavoranti delle foglie del tabacco (tabaccosi); gli operai addetti alla filatura del cotone e relative lavorazioni (bissinosi); quelli di alcune industrie che maneggiano sostanze vegetali medicamentose o velenose, come nelle fabbriche del solfato di chinina, o dove si polverizzano droghe e medicinali.

Polveri minerali. — Nel gruppo delle industrie che lavorano sostanze minerali noi troviamo le più pericolose. È qui che si manipolano i così detti grandi veleni industriali; il piombo, il mercurio, il rame, l'arsenico, il fosforo, l' antimonio. In molte di queste industrie, e specialmente in quelle dette chimiche, l'azione delle polveri che si sollevano è potentemente aiutata dall'esalazioni e dai gas che l' accompagnano.

Gli effetti di queste polveri sono ben differenti a seconda che esse sono minerali non metalliche, o minerali metalliche. Tutti gli operai che lavorano la silice, il grès, l'argilla, il cristallo, lo smeriglio, il gesso, vanno più soggetti degli altri alle affezioni croniche del polmone ed alla tubercolosi. Le loro vessicule polmonari presentano numerosi corpuscoli bianchi, grigi o neri, costituiti particolarmente da silice (calicosi). Si può trovare fino a 20 % di silice nel parenchima polmonare degli aguzzatori di aghi. Una tosse secca, una respirazione sospirosa, dura, sono i sintomi visibili; rantoli bronchiali secchi ed umidi, i fenomeni che si percepiscono alla ascoltazione.

Per le polveri minerali metalliche e più specialmente per alcune di esse, gli effetti non si limitano ad essere semplicemente meccanici e locali. Abbiamo qui vere e proprie malattie, veri avvelenamenti, prodotti dall' assorbimento delle polveri di piombo, di mercurio, di rame, di arsenico, di fosforo, di antimonio, di zinco e di cromo. L'intossicazione saturnina, l'idrargirismo, l'intossicazione rameica e zincica, l' arsenicismo, il fosforismo, ecc., con tutti i loro fenomeni, con la sequela di cronici patimenti, sono il triste resultato delle inalazioni delle polveri e dei gas, che si svolgono dalla lavorazione di questi metalli, o dalle manipolazioni dei loro preparati. L'intossicazione saturnina è il pericolo di tutte quelle industrie e di tutti quei mestieri che lavorano il piombo; come l'arsenicismo di quelli che adoperano l'arsenico. È facile persuadersi in quanto larga proporzione queste industrie debbono produrre certi accidenti, quando si sappia che le diverse professioni nelle quali il piombo è adoperato in natura o sotto forma di preparazioni diverse, oltrepassano le 90; e quelle per l' arsenico raggiungono il numero di 25.

Troppo lungo sarebbe descrivere tutti i pericoli, e tutti gli effetti che sul nostro organismo possono produrre i grandi veleni industriali, e rimandiamo perciò chi volesse approfondire quest' argomento, ai trattati speciali ed alle molte monografie che si posseggono.

LIBRO II.

Azione ed effetti dei microrganismi atmosferici.

Dobbiamo adesso toccare una delle questioni più importanti dal lato biologico e specialmente da quello della eziologia delle malattie, dell'azione cioè e degli effetti che i corpuscoli viventi dell'atmosfera possano esercitare sul nostro organismo. Dobbiamo vedere se l'origine e il propagarsi delle malattie infeziose, debba attribuirsi alla presenza di fermenti figurati specifici sospesi nell'aria, natanti nell'acqua, o sparsi nel suolo, analoghi a quelli che producono le ordinarie fermentazioni; oppure se la malattia non sia che il resultato di agenti più sottili e impalpabili, che si possono sospettare e intendere, ma per ora non dimostrare, o meglio l'effetto di mutazioni dovute allo stesso organismo, sotto la dipendenza di forze interne proprie della stessa materia. Problema questo arduo e spinoso, irto di difficoltà ad ogni passo, e che tuttora è ben lungi dall'essere risoluto.

Nessuno nega al certo che alcune malattie locali, trasmissibili per contagio, non debbano la loro origine a parassiti trasportati dall'aria, o inoculati per contatto. Basti rammentare le diverse tigne, la pitiriasi, il mughetto, ed alcune altre malattie della pelle. Non sono queste però le malattie soggette a discussione, ma sibbene quelle ritenute da tutti come prodotte da un virus, o da un veleno speciale, e distinte col nome di malattie epidemiche contagiose o infettive.

Nello studio che siamo per intraprendere sull'azione che i diversi microrganismi possono esercitare sull'organismo vivente, e ridurlo in istato di malattia, va fatta una distinzione capitale, quella cioè di separare in due gruppi distinti i diversi microrganismi a seconda del loro modo di azione; a seconda cioè che i loro effetti si manifestano locali o generali. Nel primo caso abbiamo le malattie parziali della pelle, delle muccose e di qualche organo, le quali non lasciano più dubbio sulla loro natura parassitaria; nel secondo, quelle malattie generali dette infeziose, la cui origine e propagazione non è per anco ben chiarita.

CAPITOLO I.

Microrganismi che esercitano azione locale.

Questi organismi che appartengono alle più minute specie viventi, e che per essere scoperti e studiati ebbero bisogno del microscopio, si meritano il nome di veri parassiti, perchè vivono e prosperano nutrendosi degli umori e dei tessuti degli animali su cui s'impiantano, restando talora affatto innocui e quasi inavvertiti, tal' altra producendo disordini leggeri o lesioni abbastanza gravi. Queste ultime, sebbene locali, possono indirettamente agire sulla generale economia in ragione della importanza dell'organo attaccato dal parassita.

I parassiti che esercitano azione locale, sono di natura animale o vegetale.

§ 1.° — *Parassiti animali.*

Fra tutti i parassiti animali ve ne hanno taluni appartenenti alla grande classe dei Protozoi, e specialmente agli ordini dei Rotiferi, Ciliati, Flagellati, Sporozoi e Rizopodi, che s'impiantono e vivono sull'uomo e su gli animali. Non tutti però esercitano uguale azione, inquantochè se ve ne son di quelli che possono ritenersi patogeni, la maggior parte di essi riescono innocui, o non inducono sensibili turbamenti negli òrgani dove albergano, costituendo il più delle volte semplici coincidenze di alcuni stati morbosi. Molti di essi vivono nel tubo intestinale, o nelle secrezioni di alcune cavità che sono in contatto più o meno con l'aria esterna, oppure nei liquidi delle piaghe.

Fra questi speciali parassiti possono rammentarsi i seguenti:

1.° Il *Paramœcion coli* del Malmsten, o *Balantidium coli* dello Stein, osservato per la prima volta dal Malmsten nel colon e nelle feccie dell'uomo, e più tardi dallo Stieda, dall'Ekercrantz, dal Belfrage e dal Windbladh nei tifosi; dal Treille nella diarrea della Cocincina; dal Graziadei nell'Anchilostomiasi del Gottardo, e dal Perroncito nelle acque limacciose del traforo del Gottardo, e, insieme al *Cercomonas,* in una forma di diarrea epidemica.

2.° Il *Trichomonas vaginalis,* Donné, veduto dal Donné nel pus blenorragico della vagina.

3.° Il *Trichomonas intestinalis,* che si trova nelle infiammazioni catarrali croniche del tubo gastro-enterico.

4.° Il *Cercomonas hominis,* Davaine, trovato in gran numero nelle feccie recenti dei colerosi.

5.° Il *Cercomonas dello stomaco del cane,* del Gruby e Delafond.

6.° Il *Cercomonas dell' intestino dei Gallinacei* o *Cercomonas gallinæ,* Rivolta, che produce un pseudo-crup nei polli e nei piccioni.

7.° Il *Bodo saltans,* che si trova nelle secrezioni delle piaghe.

8.° Il *Megastoma entericum,* che il Grassi scoperse nelle secrezioni intestinali.

9.° Gli *Otricelli del Rainey* o *Gregarina Miescheriana* del Rivolta, nelle carni di tutti gli animali domestici e specialmente del maiale.

10.° Il *Cytospermium hominis,* Rivolta, o *Psorospermi dell'uomo* dell'Eimer, che ha sede nell'epitelio intestinale, e che sembra identico a quello dei topi, dei pesci e dei passeri.

11.° Il *Cytospermium hepatis canis familiaris* del Rivolta, o le *Cellule oviformi del fegato del cane* del Perroncito, trovate da questi nei condotti biliari.

12.° Il *Cytospermium villorum intestinalium canis* del Rivolta, che si trova nel parenchina dei villi intestinali.

13.° Il *Cytospermium ranæ,* Rivolta, o *Psorospermi* dell'Eimer, nell'epitelio dell'intestino delle rane.

14.° Il *Cytospermium Zurnii,* Rivolta, che ha sede nelle cellule e nei villi intestinali dei vitelli e dei maiali affetti da enterite.

15.° *Cytospermium viride* del Rivolta, o *Psorospermium viride* del Paulicki, osservato da quest'ultimo nei polmoni del *Cebus capucinus* e di un neonato del *Macacus cynomolgus.*

16.° Il *Coccidium oviforme,* Lt., che genera la Psorospermosi dell'uomo e degli animali, che predilige il fegato, trovato dal Rivolta, dal Perroncito, dall'Ercolani e dal Fuich nel coniglio, dove è comunissimo; nel gatto e nelle pecore ed anche nell'uomo dal Gubler; e nelle feccie di una donna dal De Rensi.

17.° Il *Coccidio del mollusco contagioso dell'uomo,* segnalato prima dal Böllinger nei noduli del mollusco, e poi studiato dal Perroncito.

18.° Il *Coccidium crouposum avium,* somigliantissimo al precedente, che costituisce la causa del crup o difterite che si manifesta talvolta sotto forma enzootica od epizootica nei polli, alla bocca, alla faringe ed alla congiuntiva.

19.° Il *Coccidium Rivolta,* trovato dal Grassi nell'intestino crasso del gatto, e che somiglia al Coccidio oviforme.

20.° Il *Coccidium avium* o *Psorospermium avium,* che se munito di capsula, è perfettamente analogo al *Coccidium oviforme.*

21.° La *Gregarina dei polmoni,* che produce la così detta *Emoptisi parassitaria* o *Gregarinosi dei polmoni* del Baelz, il quale la osservò al Giappone.

22.° La *Gregarina Lindemanii,* trovata da Lindmann alla base dei capelli in una ragazza.

23.° La *Gregarina muris* o *Gregarina falciformis* dell'Eimer, da lui scoperta nelle cellule epiteliali dei villi e delle glandule del Lieberkühn dell'intestino del topo.

24.° La *Gregarina avium intestinalis* del Rivolta, i cui germi giunti nell'intestino dei polli e degli uccelli, attraversano la muccosa e penetrano nel connettivo delle pareti intestinali.

25.° L'*Amœba coli* del Lösch, da lui trovata, dal Sonsino e dal Grassi nelle gravi dissenterie.

26.° L'*Amœba buccalis* dello Steinberg, o *Amœba dentalis* del Grassi, rinvenuta in tre casi di uliti dal Grassi, e in due dal Perroncito.

27.° L'*Amœba ranarum*, scoperta nelle rane da Lieberkühn e dal Grassi.

§ 2.° — *Parassiti vegetali.*

La maggior parte dei parassiti vegetali ospitati dall'uomo e che possono produrre malattie locali, spiegano la loro azione in un campo assai limitato. Mentre i parassiti vegetali patogeni che generano affezioni generali e malattie gravissime, come le infeziose, appartengono alla grande famiglia dei Bacteri, i parassiti vegetali che esercitano azione locale, sono raramente della famiglia delle *Alghe*, e fan parte quasi tutti della grande categoria dei *Micromiceti*, e particolarmente dei *Blastomiceti* che si moltiplicano per gemmazione, e degli *Ifomiceti* che si riproducono per mezzo di *Conidiospore*, mentre solo per eccezione possono essere *Schizofiti.*

Fra i parassiti vegetali che hanno azione locale sull'uomo e su gli animali, vanno rammentati i seguenti:

1.° La *Sarcina ventriculi*, Goodsir, o *Merismopœdia ventriculi* del Robin, piuttosto frequente nei vomiti liquidi o semiliquidi.

2.° La *Sarcina urinæ* del Welcker, *Merismopœdia urinæ* del Robin, trovata nella vessica orinaria.

3.° La *Peziza auricolare*, veduta dal Frigerio nel cerume dell'orecchio in una donna affetta da otite.

4.° Il *Gutturomyces equi*, Rivolta, che è una specie di Aspergillo rinvenuto in un'ulcerazione del fondo delle saccocce gutturali del cavallo.

5.° L'*Otomyces Hageni* dell'Hallier, trovato dall'Hagen nel meato auditivo esterno.

6.° La *Fumago salicina* del Rabenhorst, o fungo del Nolting, scoperto da quest'ultimo nel meato auditivo esterno.

7.° L'*Eurotium aspergillus glaucus*, De Bary, che produce la Pneumomicosi in molti uccelli.

8.° L'*Aspergillus candidus*, fruttificante nei sacchi aerei della *Pyrrhula vulgaris.*

9.° L'*Aspergillus virens*, trovato nel polmone e nelle sacche aeree degli uccelli.

10.° L'*Aspergillus nigrescens*, Robin, osservato per la prima volta dal Pacini e dal Mayer, più frequente di quello che possa supporsi, e che si sviluppa sulle pareti del condotto auditivo, e sulla membrana del timpano. Trovato anche dal Robin, dal Böllinger e dal Generali nelle vie aeree di alcuni uccelli. L'Aspergillus nigrescens è forse la causa della malattia dell'orecchio detta *Myringomycosi* e descritta dal Wreden.

11.° L'*Aspergillus fumigatus,* che fu osservato dal Fresenius e dal Weinland, produce i noduli nella *pneumomicosi aspergilliana* nell' *Otis tarda;* e nell'uomo dal Virchow, e dal Pagenstecker.

12.° L'*Aspergillus nigrum* del Tieghem, vegetante sul pane e trovato anche sul meato auditivo dell'uomo.

13.° L'*Actinomyces bovis,* Harz, che produce nel bove dei tumori di apparenza sarcomatosa nelle mascelle e in altre parti. Studiato diligentemente dal Perroncito e dal Rivolta che lo chiamò *Discomyces bovis,* fu osservato dal Casali negli spurghi fetentissimi di un individuo malato di bronchite cronica, con accessi febbrili che si ripetevano ad intervalli, e fu del pari trovato nell'uomo dal Perroncito, dal Weigert, dal Raymond, dall'Israel e dal Ponfick. Quest'ultimo ne referisce 12 casi, dove l'*Actinomyces* si trovò nella colonna vertebrale, alla base del cranio, nel cuore, nel fegato, nella milza, nel polmone, nel cervello, nel rene, nell'intestino, nei muscoli e nella pelle.

14.° Il *Chionyphe Carterii,* che produce l'Elefantiasi ulcerosa delle Indie Orientali, conosciuta col nome di Pie' di Madura.

15.° L'*Achorion Schönleinii,* Link, che dà origine alla Tigna favosa, frequente nella specie umana, rarissimo negli animali.

16.° Il *Trichophyton tonsurans* di Malmsten e Gruby, che vegeta nella epidermide, nei follicoli e nella sostanza dei peli di diverse specie animali, e che dà origine alla così detta Tigna, o Erpete tonsurante, o Sicosi, o Mentagra.

17.° Il *Microsporon furfur* del Robin, che produce la *Pityriasis versicolor* nell'uomo, corrispondente all'Erpete forforacea del cavallo.

18.° Il *Microsporon Audouini,* che secondo il Gruby, il Bazin e l'Hebra sarebbe la causa della *Porrigo decalvans.* Descritto di nuovo e recentemente dal Malassez, sebbene negato dal Cohn, dal Rindfleisch, dal Bizzozero, dall'Hutchinson e dal Barensprung.

19.° I *Cryptococchi del Psoriasis,* descritti dal Rivolta, che invadono la pelle della faccia e del mento coperta di peli, e che determinano una eruzione di papule minutissime. Il Rivolta racconta come fosse colpito dallo psoriasi della faccia, quando si pose a studiare l'*Ustilago carbo,* e varie specie di Penicilli e di Aspergilli.

20.° Il *Cryptococcus guttulatus* del Robin e del Winter, che prende sede nell'esofago, nello stomaco e nelle intestina dei mammiferi, degli uccelli e di alcuni rettili, e che è comunissimo nel coniglio.

21.° L'*Oidium albicans* del Robin, o *Saccharomyces albicans* del Rees, che la maggior parte degli autori ritengono causa del Mughetto; la quale malattia però dal Gravitz ultimamente sarebbe stata attribuita al *Micoderma vini.* Il Foa ha veduto l'*Oidium albicans* nel pancreas e nelle sierose.

22.° La *Torula cerevisiæ* del Turpin, o *Saccharomyces cerevisiæ* del Meyen, che ha sede nello stomaco e nelle intestina, nei catarri cronici per fermentazioni delle materie alimentari trattenutevi più dell'usato, e che s'incontra frequentemente nelle orine zuccherine.

23.° La *Torula rufescens* del Fresenius, che egli vide vegetare in un caso sulla lente cristallina affetta da cateretta.

24.° Il *Leptothrix buccalis* del Robin, che si vede sulla lingua e nella patina dei denti, e che passando nello stomaco e nelle intestina può, secondo alcuni, dar luogo a diarrea. Il *Leptothrix buccalis* fu anche rinvenuto nel mucco vaginale e nel sacco lacrimale.

25.° Il *Leptothrix glaucum* che costituisce le muffe dei vegetali, ed al quale l'Inzenga attribuì una affezione da lui descritta (Infiammazione della congiuntiva, delle fauci e della laringe), e che sembra piuttosto dovuta ad una azione chimica irritante.

26.° La *Palmellina capillorum* o *Zooglœa capillorum,* Buhl, che vegeta sotto l'epidermide del capo producendo, al dire del Rabenhorst, un mutamento di colore nei capelli.

27.° Il *Bacterium porri,* ritenuto dal Majocchi come cagione del porro comune; ciò che spiegherebbe la sua contagiosità.

28.° Il *Bacillus molluschi,* indicato dal Majocchi nel mollusco contagioso.

Esistono poi alcune altre malattie locali, di cui per anco non è ben dimostrata la natura parassitaria, ma che si suppongono tali. Il *Bottone di Biskra* sarebbe attribuito ad un parassita che si trova sui datteri, descritto dal Flemming, dallo Smith e dal Carter per l'India, e dal Kelsch per l'Algeria; la *Verruca* o *Bottone delle Ande,* avrebbe secondo il Donnon un origine parassitaria; la *Foruncolosi* rientrerebbe in questa categoria, dopochè il Pasteur ed il Loevenberg avrebbero trovato nel pus dei forunculi un Microfito in forma di piccoli granuli sferici; ed il *Gozzo* sarebbe dal Klebs (1) attribuito ad una Monade, che non si trova che nelle acque di quelle regioni dove la malattia è endemica.

Finalmente il Willongby Miller (2) attribuisce la carie dentaria ad un particolare Microfito, ed il Neisser (3) ha descritto un Micrococco speciale, il *Gonococcus,* per la Blenorragia.

---

(1) *Klebs.* Studien über Verbreitung der Cretinismus in Oesterreich, sowie über die Ursache der Kropfbildung. Prag, 1877.

(2) *Willongby Miller.* Der Einfluss der Microrganismus auf die Caries der menschlichen Zähne. (Arch. f. exp. Path. 1882).

(3) *Neisser.* Die Micrococcen der Gonorrheæ. (Deutsch. med. Wochensch. 1882).

CAPITOLO II.

Microrganismi che esercitano azione generale. Malattie infeziose.

Fra tutte le malattie che affliggono il genere umano, ve ne sono alcune che possono aggrupparsi in una medesima classe per il modo tutto speciale con cui si svolgono; per avere origine in un focolare più o meno ristretto, e dal quale poi si propagano con modi diversi di disseminazione; per attaccare nel medesimo tempo un gruppo di abitazioni, una contrada, una regione, un continente, e quindi spengersi ad un tratto più o meno completamente, e ricomparire poi o nel medesimo luogo o in luoghi lontani. Questi caratteri così speciali, che avevano fermata l'attenzione degli antichi, hanno fatto dare a tali malattie il nome di *infeziose* o *contagiose,* indicandole come prodotte dall'*infezione* dell'organismo per certe sostanze nocive che agiscono come veleno, ma che dai veleni si distinguono per il loro potere straordinario di riproduzione e di disseminazione, che potrebbe dirsi infinito. Da ciò appunto una maniera particolare di propagarsi, un andamento speciale, un complesso di fenomeni e di caratteri che ne fanno una classe a parte.

Ciò che distingue specialmente queste malattie dal lato eziologico, è la loro *specificità.* Noi sappiamo che una malattia può dirsi *specifica* quando nasce sotto l'influenza di una causa unica e necessaria, sufficiente a determinarla, ma che non sarebbe capace di produrre altra malattia all'infuori di quella.

La Sifilide, il Vaiolo, non possono trasmettere che il virus sifilitico e il virus vaioloso; e viceversa l'inoculazione del virus sifilitico e vaioloso non possono produrre che la Sifilide e il Vaiolo.

Le malattie infeziose hanno dunque dal lato eziologico una simiglianza con gli ordinari avvelenamenti, ma da questi si distinguono perchè non hanno un agente visibile o tangibile, come il veleno, e chimicamente dimostrabile; perchè gli ordinari veleni non agiscono che in ragione della dose a cui son presi; perchè infine il veleno limita la sua azione all'individuo che lo ha ingerito, nè si moltiplica o si rinforza dentro il suo organismo. Il veleno delle malattie infeziose sfugge a qualunque investigazione chimica, sembra agire più in virtù della sua qualità che della sua quantità, e si trasmette, può dirsi indefinitivamente, senza perdere della sua azione e della sua virulenza.

Tutti sono d'accordo nell'assegnare a quest'agente il nome di veleno, tanto è vero che si dice veleno sifilitico, veleno tifico. Ma quale è questo

veleno? Quale la sua origine, quale il suo modo di agire? È qui appunto che cominciano le divergenze, e che troviamo il campo diviso in partiti diametralmente opposti.

§ 1.° — *Teorie sull'origine e sulla natura delle malattie infeziose.*

La maggior parte dei fisiologi e dei patologi si trovan d'accordo nell'ammettere, che le malattie epidemiche e contagiose non abbiano altra origine, che la *introduzione* o la *presenza* nell'organismo di un *principio* o *fermento,* capace di indurre modificazioni più o meno profonde nel sangue, negli umori e nei tessuti. Non tutti però si accordano nel considerare questo principio o questo fermento nel medesimo modo. Per alcuni il principio morboso è introdotto dal di fuori, portato dall'aria, dall'acqua o dagli alimenti; per altri questi fermenti nascono in seno stesso all'organismo, e la loro produzione è estranea affattó all'azione dei germi dell'aria e dell'acqua.

Come si scorge queste due maniere di vedere sono affatto diverse ed opposte fra loro, e se, accettando la teoria dei primi, si può intravedere il modo di diminuire o sopprimere le malattie parassitarie, e fino ad un certo punto garantirsi anche da quelle infeziose e contagiose; con gli altri, portando in noi la causa della malattia, non abbiamo modo di rimediarvi, essendoci ancora incognite le condizioni atmosferiche con le quali si collegano ed hanno rapporto le malattie epidemiche.

Alla dottrina che riconosce per origine delle malattie infeziose una causa esterna estranea all'organismo, appartengono i *panspermisti,* ed anche i partigiani dei miasmi; alla scuola che ritiene queste malattie originate in seno allo stesso organismo, senza l'intervento di speciali cause esterne (fermenti o miasmi), ma per dato e fatto esclusivo di alterazioni o fermentazioni spontanee della materia viva, appartengono gli *emiorganisti.*

Per i panspermisti la generazione spontanea essendo una chimera, ogni fermento organizzato deve riconoscere per origine parenti a lui simili, e le malattie infeziose non essendo per essi che fermentazioni, è naturale che la loro origine debba ripetersi dai numerosi fermenti figurati sparsi nell'aria, nell'acqua e nel suolo. I partigiani dei miasmi riconoscono per origine della malattia una causa esterna, ma questa causa non è già un fermento figurato, un contagio vivo, un microrganismo in una parola, ma sibbene un veleno sottile o qualche cosa d'impalpabile, che sfugge per ora agli ordinari metodi d'investigazione. Per gli emiorganisti invece i mezzi organici sono provvisti di una forza vegetativa loro propria, che a contatto dell'ossigeno dell'aria può creare dei fermenti, senza l'intervento di germi atmosferici o germi esterni, e in certi casi anche quella forza sarebbe capace di dar luogo a fermentazioni senza la presenza dell'aria.

Presso gli antichi le parole *Germen, Blastema, Fermentum* non stavano a rappresentare una unità anatomica e fisiologica, ma sibbene il *principio,* o l'insieme delle condizioni organiche molecolari e dello stato di or-

ganizzazione, lo stato generale dei tessuti allora indeterminati, che sotto speciali condizioni di mezzo, si prestavano ad uno stato morboso piuttosto che ad un altro, presso l'individuo che era in tal modo costituito, e non su quello che era altrimenti organizzato.

Per i panspermisti, per i quali tutto è divenuto parassitismo, la malattia e il complesso degli stati anatomici e funzionali, morbosi o accidentali, non partirebbe più da un' alterazione della sostanza organizzata funzionante in condizioni accidentali, ma sibbene l'alterazione sarebbe determinata dalla penetrazione totale, dalla nutrizione e dalla moltiplicazione di un altro organismo, che rappresenta la causa e l'agente distruttore di questo; che è specificamente preesistente all' alterazione avvenuta, e che fa parte degli ambienti geologici ed atmosferici. Il sangue e la linfa sarebbero i punti di partenza della fermentazione, non i loro elementi solidi.

I partigiani di questa teoria spiegano la variabilità dell' azione dei fermenti figurati morbigeni sulle specie animali differenti, o anche sopra individui diversi ma della medesima specie, con la variabilità del mezzo interno, ossia del terreno su cui si impianta il parassita e che gli serve di sostanza nutritiva. È naturale dunque che questa scuola per sostenersi, non possa fare a meno di concedere una importanza capitale al terreno sul quale si esercita l'azione morbosa del fermento, quando non ha altro mezzo di spiegare in qual modo un tal parassita mortale per una specie, è affatto innocuo per una specie differente; pericoloso in una razza, è benigno in un'altra; dannoso per un individuo, è indifferente per individui diversi.

Moltissimi sono gli esempi che dimostrano che gli effetti esercitati da una data sostanza velenosa sulle diverse razze e sopra specie distinte, sono dovuti all' insieme di condizioni anatomiche particolari all' individuo, ossia alla diversità del suo mezzo interno. È per questo che la medesima dose di Caffeina agisce in modo ben diverso su la *Rana viridis* e sulla *Rana esculenta;* che la Tebaina tollerata dall'uomo, è pericolosa per il cane; che la Belladonna è senza azione su i Roditori (1); che la Segale cornuta riesce nociva ai porci, ed è quasi indifferente ai cavalli ed ai buoi, e così di seguito; essendo ovvio il caso in cui piante, foraggi e frutti mangiati impunemente da taluni animali, inducano in altri sconcerti gravissimi ed anche la morte. Era naturale che la medesima variabilità di effetti, che a seconda del mezzo interno si osservano per alcune sostanze tossiche, si notassero anche rispetto alle diverse cause morbose. Il terreno sul quale tali cause agiscono ha da questo lato tanta importanza, che i parassiti più volgari, come sarebbe l'Acaro, non esercitano la loro azione sul nostro corpo che in certe speciali circostanze. I Montoni algerini hanno una immunità per il Carbonchio; il virus morvoso che si mostra così attivo sul cavallo, sull'asino e sull'uomo, non produce nei cani che accidenti locali. Ciò che abbiamo visto succedere per

---

(1) Il Rabuteau crede che l'immunità che presentano i Roditori all' azione venefica dell' Atropina, derivi da che il loro sangue essendo fortemente alcalino, sdoppi sotto l'influenza di questa alcalinità l'Atropina in Tropina ed in acido Tropico.

le culture artificiali dei Bacteri, le quali riescono più o meno, o non riescono affatto, a seconda dei liquidi nutritivi adoperati, si ripeterebbe nei liquidi e nei tessuti dell'organismo vivente.

Le considerazioni antecedenti sono state messe a profitto dalla dottrina dei germi, per spiegare l'origine e la prima comparsa delle malattie a fermento figurato. La storia fa vedere che le malattie di uno stesso paese o di una medesima razza non sono state sempre le stesse in tutti i tempi. Il Vaiolo, la Rosolia, rimasero per noi sconosciute finchè non furono portate dagli Arabi, i quali alla lor volta in tempi più remoti ne erano immuni. Così della Sifilide e di tante altre malattie. Pur tuttavia è necessario ammettere che queste affezioni abbiano avuto un principio. I parassitisti, non riconoscendo la spontaneità delle malattie infeziose, ammettono che lo Schizomiceto patogeno, essendo un essere vivente di ordine inferiore, può essere benissimo esistito nell'epoche geologiche più remote, molto tempo avanti cioè che apparisse l'uomo non solo, ma anche i mammiferi, gli uccelli e gli altri animali. Il *Bacillus subtilis,* dicono essi, che ha tanta somiglianza col *Bacillus anthracis,* e che si coltiva nelle infusioni di fieno, può essere esistito molto tempo prima che apparissero le specie animali. Una infusione vegetale qualunque sarebbe stata il suo primo ambiente nutritivo, fino a quel giorno in cui il caso non mise quel Bacillo a contatto con un liquido animale. Da quell'epoca lo Schizomiceto cambiando mezzo, cambiò altresì proprietà, e potè diventare il ceppo del Bacillo carbonchioso.

Ogni malattia zimotica avrebbe dunque avuto origine, non appena che un uomo divenne mezzo favorevole allo sviluppo ed alla propagazione di tale o tal'altro Microfito, che prima viveva in ambiente diverso, e che poi modificandosi ha dato luogo ad una specie nuova, adattata a vegetare in un mezzo umano. È in tal modo che un Microbio qualunque per i panspermisti può diventar causa di malattia. Un organismo microscopico *innocuo* per un dato animale, è un essere che *non può svilupparsi* nel corpo di questo animale, ma che giungendo a *penetrare* in alcuna delle mille specie della creazione, e *rinforzando* la sua virulenza per *passaggi successivi* nel corpo d'individui della medesima specie, potrà raggiungere un'attività biologica tale da agire quindi potentemente sopra un uomo o sopra un grosso animale.

Come si vede anche i partigiani più calorosi della teoria dei germi, se da un lato affermano che l'origine delle malattie infeziose debba cercarsi nella presenza di un parassita, che determina nell'organismo una fermentazione, dall'altro sono costretti ad ammettere, che l'organismo debba trovarsi in condizioni favorevoli per fermentare. Pensando altrimenti non si spiegherebbe la immunità assoluta di certe specie e di certi individui a contrarre le malattie infeziose, e sarebbe da stupirsi che, circondati come siamo da tanti nemici invisibili e così pericolosi, la razza umana a quest'ora non fosse già spenta.

La scuola opposta alla precedente, rigettando come non provati i fatti che secondo gli altri dimostrerebbero la natura parassitaria delle malattie infeziose, e ritenendo invece che fra queste malattie ve ne sono di quelle che

resultano dalla alterazione stessa degli umori e della sostanza organizzata, ripudiano la parola *Germe,* o *Fermento figurato,* ed ammettono che i *virus* ed i *miasmi* non esistano come organismi distinti, o generi di materia specificamente differente da quella dell'animale da cui provengono. Questi virus e questi miasmi sarebbero parte dell'animale ammalato, sarebbero *sostanze virulenti* degli stati di alterazione della intiera sostanza (*totius substantiœ*), di tale o tal'altro umore o tessuto, senza che la loro materia abbia perduto il suo stato di organizzazione, mantenendosi plasma o tessuto, seriosità o mucco. Le particelle degli umori e dei tessuti fatte in tal modo *virulente* e *miasmatiche,* abbandonando l'individuo dove si sono formate senza cessare di essere ciò che erano, agirebbero dopo contatto diretto o per trasporto aereo, o in grazia di qualche altro veicolo, e impiantandosi negli animali come erano al punto di partenza, trasmetterebbero alle particelle che toccano il loro proprio stato di alterazione, dopo il meccanismo molecolare che ha determinata questa alterazione (incubazione). Da tutto questo ne verrebbe la propagazione degli stati virulenti e l'aumento della materia virulenta, senza il fatto di *generazione* di sorta, perocchè la dottrina degli stati virulenti non ammette *facoltà generatrice nelle materie amorfe.* Essa riconosce alterazioni per mutamento di stato molecolare, senza che sia distrutta o cessata la nutrizione della sostanza organizzata, che è la sede di tali mutamenti chimici.

Lo stato virulento rientrerebbe nelle leggi generali delle alterazioni patologiche conosciute della sostanza organizzata. Ciò che distrugge l'organismo nel modo che potrebbe fare un parassita, non è altro che lo stesso organismo malato. In una parola la teoria della virulenza ammette che l'alterazione non derivi da una crittogama, che è estranea all'organismo e che si nutre semplicemente della sua sostanza, ma sibbene sia dovuta ad una combinazione che si riferisce allo stesso umore. Ammette che detta azione sia diretta, e dell'ordine delle azioni naturali che hanno luogo negli stessi umori e tessuti, sebbene spostata e alterata, ma che tuttavia malgrado tale perturbamento la azione resti in fondo puramente chimica, ma del genere di chimica complessa che caratterizza la nutrizione. Ammette che i *virus,* i *miasmi,* i *contagi,* sieno materia organizzata facente o avente fatto parte del malato, sotto uno stato di alterazione suscettibile di essere trasmesso, dopo miscuglio, alle parti dell'organismo sano per azione chimica graduata (1).

Da tutto questo appare che la *teoria della virulenza* di parte o di tutto l'organismo malato, riconosce in questo organismo stesso, ciò che la *teoria parassitaria* attribuisce alle crittogame microscopiche, corpi estranei a questo organismo e agenti come tali.

La teoria della virulenza non ha nulla a comune, anzi è affatto contraria, alla ipotesi dei chimici i quali disconoscendo qualunque idea di organizzazione, attribuiscono al virus una *specificità chimica,* ritenendolo composto ponderabile, separabile con manipolazioni chimiche, e che conserva la sua azione di virus, come i veleni minerali e gli organici.

---

(1) *Robin.* Articolo « *Germes* » (Dict. éncycl. Sc. médicales).

L'idea che attribuiva ai corpuscoli viventi dell'atmosfera la produzione di malattie gravi, non è nuova. Senza risalire ai tempi remoti di Lucrezio, di Varro e di Columella, diremo che anche avanti che il Pasteur avesse dimostrato l'ufficio dei microrganismi atmosferici, lo Spallanzani ed il Bonnet erano stati i primi a far menzione non solo dei germi dell'aria, ma ad emettere l'ipotesi che molti fra questi germi potessero produrre delle malattie. Basti anche rammentare che eminenti patologi, come il Rasori, l'Henle, l'Helmholtz, il Tommasi Salvadori, avevano sostenuto che le malattie infeziose si dovevano alla introduzione nello organismo, ed al moltiplicarsi in esso di esseri infinitamente piccoli. Nè recente del pari è questa teoria anche dal lato dell'osservazione e dell'esperimento. La parte che spetta al nostro secolo, sono le esperienze tendenti a dimostrare che i germi dei microfiti fanno la parte di fermenti attivi sopra altri organismi tanto morti che vivi, e che perciò la putrefazione dei primi e le malattie dei secondi, non sarebbero che vere e proprie fermentazioni.

Il concetto della specificità morbosa attribuita ai corpuscoli organizzati sospesi nell'aria o natanti nell'acqua, e non all'individuo malato, ha preso radice anche avanti che venisse dimostrato che taluni principî immediati (urea, zucchero) potevano servire di alimento alle crittogame o fermenti, capaci di scomporre questi principî, e risolverli in prodotti escrementizi, quali l'acido carbonico, l'alcool e molti altri composti.

Come si vede l'indirizzo moderno delle scienze mediche tende ad una trasformazione completa della patologia delle malattie infeziose, ed il William Farr, creando per queste il nome di malattie zimotiche (da ζυμη fermento), affermava implicitamente la natura di queste affezioni. Tutto ciò che prima si chiamava *principio morboso, virus, miasma* ha preso il nome di *fermento figurato,* di *contagio vivo,* e tutto oggigiorno è parassitismo e parassitismo vegetale. La parola *infezione, contagio,* non significa adesso che l'evoluzione di un germe vegetale, il suo trasporto per mezzo dell'aria, dell'acqua o degli alimenti, e la sua moltiplicazione nell'organismo.

La formula generale ed assoluta è stata già pronunziata dal Nägeli, quando scriveva che gli Schizofiti debbono essere da ora innanzi la sola cosa da ritenersi come sostanza infettante. Le analisi chimiche dell'aria, dell'acqua e di ogni altra materia che può aver rapporto con noi, non hanno più alcuna importanza, ed il microscopio deve regnar sovrano, perchè lo studio delle forme parassitarie è il solo capace di risolvere la quistione.

Non so davvero se i fatti fino ad ora cogniti sieno così precisi, così indiscutibili ed in tal numero, da autorizzare ad emettere una formula tanto generale e così esclusiva, e che a priori può essere condannata dall'indirizzo sperimentale della scienza moderna.

Avanti di procedere a descrivere i parassiti che si reputano patogeni, vediamo quali sono i criteri e quali i fatti su cui si basa la nuova teoria, ed esaminiamo il suo lato debole.

Gli argomenti che, oltre le nozioni di fatto possedute, inducono i parassitisti a proclamare ed estendere la loro dottrina, si riducono principalmente

a quattro, che sono: 1.° La sproporzione esistente fra la causa che determina la malattia, e gli effetti ultimi da essa prodotti; 2.° La riproduzione rapida e progressiva del materiale infettante o del contagio entro l'organismo; 3.° La manifestazione della malattia, che avviene dopo un periodo più o meno lungo dall'infezione (periodo d'incubazione); 4.° Il decorso ciclico della malattia, che secondo essi non potrebbe spiegarsi in altro modo, che ammettendo la moltiplicazione progressiva di un fermento vivo entro l'organismo.

Le prove di fatto che possiede la nuova dottrina lasciano tuttora molto a desiderare. Gli stessi parassitisti se vogliono essere sinceri, debbono confessare che bene spesso fu proceduto con soverchia leggerezza a dichiarare tale o tal'altro parassita cagione di una data malattia. La prova che il parassita è stato trovato nel sangue, negli umori e nelle orine degli ammalati, o negli alimenti e nelle bevande da esso ingeriti, non è sufficiente a dimostrare che a quello si deve l'origine del male. Bisognerebbe provare inoltre che quel microrganismo è stato trovato sempre costante, che può svilupparsi e riprodursi nell'interno del nostro corpo, e bisognerebbe dimostrare che l'infezione è dovuta al solo fermento isolato e non ad altra materia presente nel liquido infettante; il che non è sempre facile. Ma se questo non è sempre facile, nella maggior parte dei casi è assolutamente impossibile fornire la dimostrazione di fatto che troncherebbe la questione, che cioè la specie parassitaria sospetta, differisce *morfologicamente* dalle sue congeneri.

A render ragione delle gravi difficoltà, spesso insuperabili, che s'incontrano per fornire quest'ultima prova, non bisogna dimenticare ciò che altrove abbiam detto sulla imperfetta conoscenza della natura e delle proprietà dei Bacteri, sulla incertezza dei loro caratteri botanici, e sulle gravi difficoltà che s'incontrano al microscopio per differenziare le diverse specie, ciò che appunto ha indotto alcuni osservatori ad ammettere non solo la mutabilità della specie, ma ben anco una origine diversa. Non dimentichiamo del pari che uno dei caratteri di questi microfiti è la prontezza e la facilità che hanno di adattarsi all'ambiente, mutando forme ed apparenze a seconda del mezzo nutritivo. A tutto questo si aggiunga che alcune Bacteriacee spiegano azione morbigena differente, senza cambiar di forma in modo sensibile. La mancanza dei dati desunti dalla specificità morfologica, limita dunque grandemente il campo di prove che si richiedono per affermare in modo assoluto la teoria del parassitismo.

In assenza della prova della specificità morfologica, i seguaci della nuova dottrina invocano l'azione patogenica che si esercita sull'organismo, sperimentando col fermento scevro più che sia possibile da ogni altra sostanza. Questi esperimenti sarebbero confortati e appoggiati dalla osservazione clinica.

Ma l'ottenere quest'ultima prova in modo indiscutibile e che non dia appiglio a confutazioni non è sempre facile; noi sappiamo quanto largamente sieno sparsi i Bacteri nell'aria, nelle acque e nel suolo, e sappiamo altresì che alcuni fermenti ritenuti o supposti morbigeni hanno perfetta somiglianza con altri giudicati innocui. Nè le culture specifiche e frazionate allo stato,

come si dice, di purezza, sebbene possano raggiungere in parte lo scopo che si prefiggono, pure non chiudono affatto la bocca agli oppositori. Non abbiamo ancora a parer mio una dimostrazione precisa che l'azione specifica, anzichè al fermento figurato, non debba attribuirsi ad una sostanza solubile del liquido infetto primitivo, e passata a traverso le culture precedenti, riproducendosi a sua volta fino all'ultima cultura.

Ciò che poi è singolare rispetto alla prova della specificità infettiva del parassita, desunta dalle inoculazioni eseguite su gli animali, è che mentre si nota che i vari Microbi per moltiplicarsi e prosperare han bisogno di speciali condizioni dell' ambiente nutritivo, mostrandosi da questo lato estremamente esigenti, possano poi trovare il terreno a loro adatto negli animali posti in esperimento, e riprodurre una malattia identica a quella che si osserva nell'uomo. Questi infatti per il posto elevato che occupa nel regno animale, deve avere un terreno nutritivo molto differente dagli animali scelti per la prova di confronto. Tanto è vera anzi questa osservazione, che allorquando le inoculazioni artificiali su gli animali riescono infeconde, si ricorre all' argomento che essendo questi animali diversamente organizzati dall'uomo, è naturale che sieno refrattari alla malattia. Sapendo come anche una semplice varietà di razza possa impartire la refrattarietà alla riproduzione di un fermento vivente inoculato, v' è da stupirsi invero come altri fermenti non inferiori per la delicatezza delle loro proprietà vitali, debbano poi vegetare e riprodursi con meravigliosa facilità nell'uomo, nelle scimmie, nel cavallo, nel cane e nei conigli.

Ad onta delle molte obiezioni che sono state mosse alla dottrina parassitaria, i difensori di essa più convinti ammettono come provate le seguenti conclusioni generali:

1.° Che gli elementi di forma caratteristica svelati dal microscopio in abbondanza nei diversi prodotti infeziosi, sono forme organiche capaci di riprodursi; non congeneri al corpo dell'animale in cui si trovano, ma apparentemente spettanti agli infimi individui del regno vegetale.

2.° Che questi organismi sono l'*essenza,* o *la parte inseparabile della essenza,* di tutti i germi contagiosi morbigeni.

Vediamo adesso se prendendo ad esame da un lato quei Bacteri che si ritengono patogeni, e dall'altro le malattie che si dicono da essi ingenerate, è possibile raccogliere fatti così precisi ed in tal numero, da estendere la teoria parassitaria a tutte le malattie infeziose.

§ 2.° — *Bacteri patogeni.*

Le modificazioni profonde o leggere che le crittogame in genere e i Bacteri in particolare provocano nelle sostanze organiche morte, possono riprodursi nella materia dotata ancora di vita?

I liquidi ed i solidi dell' organismo non sono talmente difesi, da non es-

sere accessibili all'azione dei Bacteri. Il Lewis (1) sostiene che si trovano Microbi in tutti gli individui, e specialmente nel sangue, e che se nei casi di malattie infeziose si rinvengono in proporzioni maggiori, è perchè i nostri tessuti ed i liquidi costituiscono un terreno più favorevole ad una più rapida ed estesa riproduzione. I fatti annunziati dal Lewis sarebbero negati recisamente dal Pasteur, dal Cohn e dal Babés, che per ripetute indagini non avrebbero mai trovato questi Microbi nel sangue sano.

Fra i liquidi e le materie del nostro corpo ve ne sono taluni che si potrebbero dire estranei, e che perciò debbono essere espulsi; è questo il caso delle materie intestinali, delle orine, del mucco, del pus, ecc. I mutamenti che possono subire alcune di queste materie, per esempio le feccie, non hanno alcuna azione o poca sulla economia; non è così però per altri liquidi o materie escrementizie che sono a contatto di superfici dotate di facoltà assorbenti attive, come sarebbero il pus di certe ulcerazioni, l'orina nella vessica, o il mucco nell'utero.

Nelle feccie dell'uomo si trovano sempre dei Bacteri, che però nello stato normale non sono mai in gran numero. Questi organismi possono aumentare bensì considerevolmente nella diarrea, come dimostrò il Loeuwenhoek, e nella dissenteria, come fu osservato dal Lebert (2), il quale però non attribuì a questi microfiti alcuna importanza nè dal lato eziologico, nè dal lato sintomatico. Il Davaine (3) trovò che i Vibrioni delle feccie perdono i loro movimenti poco tempo dopo la defecazione, e da questo concluse che questi organismi sono specificamente diversi da quelli che appariscono qualche giorno più tardi nelle medesime materie, sebbene all'occhio sembrino identici.

Fino dal 1849 il Pouchet (4) segnalò la presenza del *Vibrio rugula* nelle dejezioni dei colerosi, ed il Rainey (5) e l'Hassal (6) nel 1854 lo dissero comune in quelle feccie; ma nel medesimo tempo il Reiney annunziava aver trovato il medesimo Microfito nelle dejezioni di individui morti per altre malattie, e l'Hassal lo dimostrava abbondantemente diffuso in natura.

Bacteri possono vedersi nell'orina quando è tutt'ora in vessica. Il Davaine (7) trovava Vibrioni in gran numero nell'orina estratta con la siringa in una cistite cronica, e l'Ordoñez scopriva Bacteri nell'orina al momento

---

(1) *Lewis R.* Les microphytes du sang et leurs rélations avec les maladies. Paris, 1880.

(2) *Lebert.* Anat. Pat. 1845, t. I, p. 220.

(3) *Davaine.* Traité des entozoaires, 1859, p. 65.

(4) *Pouchet.* Infusoires microscopiques dans les dejections alvines des cholériques (Compt. Rend. Ac. Sc. 23 avril, 1849).

(5) *Rainey.* General Board of Health. App. to Rep. of the Comm. for Scient. Inquir. in Relation to the Cholera Epidemie of 1854. London, 1855, p. 137.

(6) *A. Hill Hassal.* Report on the Examination of certain Atmospherer during the Epidemie of Cholera by Dr. Thomson, p. 119.

—— Report on the microscopical Examination of the Blood and Excretion of Cholera Patients, p. 289.

(7) *Davaine.* Traité des Entozoaires. Paris, 1859, p. 289.

della missione, in tre individui affetti da catarro vessicale per ristringimenti uretrali (1).

Molti sono gli autori che han trovato microfiti nei liquidi virulenti, ed alcuni hanno loro attribuito o un ufficio molto importante, o addirittura l'origine della malattia. Il Pouchet (2) vide Bacteri e Vibrioni di specie indeterminate negli spurghi del catarro polmonare, nel mucco della coriza, e nel pus di un otite. Il Tigri (3) ha segnalato la presenza di Bacteri nell'infiammazione del sacco lacrimale e del condotto nasale, ed il Lebert (4) scrive che nelle ulceri putride e nella cancrena di spedale, si trova una quantità considerevole di Vibrioni e di Amebe.

Se l'azione nociva delle Bacteriacee che si sviluppano nei liquidi espulsi dalla economia non è per anco ben precisata, non si può dire sempre lo stesso di quelli che si sviluppano nel sangue e negli altri liquidi o tessuti necessari alla vita. I Bacteri che si trovano in un organismo vivo non sono identici a quelli che vediamo formarsi nelle infusioni animali o vegetali, e per molti autori costituirebbero delle specie a parte, come può farlo supporre anche la storia naturale di questi vegetali. Secondo il Davaine, è appunto per aver dimenticato questo fatto, che negli esperimenti effettuati con lo scopo di determinare l'azione di questi microfiti sull'organismo, si sono ottenuti dei resultati contradittori. Oltre questa causa di errore, iniettando nell'organismo i Bacteri delle infusioni alterate, si sono introdotte nel sangue sostanze putride e infettive, capaci di produrre per loro stesse delle alterazioni indipendenti dall'azione dei corpuscoli organizzati.

I Bacteri che si riproducono così rapidamente in proporzioni tanto prodigiose, hanno la potenza del numero. Non è improbabile che questi organismi, all'infuori dell'azione infeziosa specifica che può esser propria di alcune specie, possano in certi casi determinare un'azione fisica, come ad esempio, l'obliterazione dei piccoli vasi sanguigni. Il Rindfleisch e l'Ebert hanno parlato di *Pneumoconiosis bacterica*. L'Orth (5) dice di aver veduto dei Micrococchi che ostruivano il lume dei canaliculi orinari, ed il Klebs, che ha supposto la Emofilia acquisita dei neonati di natura parassitaria, avendo trovato uno speciale Bacterio nelle scariche diarroiche e nel sistema sanguigno, attribuisce le emorragie cutanee all'arresto della circolazione nei capillari del tessuto adiposo sottocutaneo, per l'accumulo straordinario di quei microrganismi. Lo Chauffard nell'azione che esercita il *Bacillus anthracis* intravedeva un doppio meccanismo fisico e chimico.

I Bacteri che vivono nei liquidi e nei tessuti del nostro corpo sebbene siano anaerobi, non per questo consumano meno l'ossigeno che fa parte del composto organico. L'individuo attaccato dal Carbonchio muore, dice lo

(1) *Robin Ch.* Histoire des parassites végéteaux, 1853, p. 745.

(2) *Pouchet.* Production de Bacteries et de Vibrions dans les flegmasies des bronches, des fosses nasales, et du conduit auditif externe. (Compt. Rend. Ac. Sc. t. LIX, 1864, p. 748).

(3) *Tigri.* Nuove ricerche su le malattie caratterizzate dalla presenza dei Bacteri. Siena, 1866.

(4) *Lebert.* Traité d'anatomie pathologique. Paris, 1857, t. I, pag. 396.

(5) *Orth.* Ueber di Formen pathogenen Bacterien (Virchow's Arch. t. LIX, 1873).

Chauffard, asfittico ed algido, soffocato dalle innumerevoli legioni di quei parassiti che riempiono i vasi, che penetrano in tutti i tessuti, e che sopprimono ogni funzione nutritiva, ogni scambio molecolare, ogni produzione di calore fisiologico. Della medesima opinione sarebbe il Toussaint.

Tali fatti non son capaci però di spiegare l' ufficio che possono avere i Bacteri in una malattia generale come la Septicoemia, il Tifo, il Vaiolo e tante altre. Quale sia la precisa azione di questi microfiti sul nostro organismo, non sappiamo ancora. Gli esperimenti del Pasteur e del Toussaint (1) sulle inoculazioni a guisa di vaccino, e sulla attenuazione delle proprietà specifiche di tali fermenti per successive culture, può dar ragione tanto a quelli che credono che i Bacteri per il loro nutrimento prendano nel nostro organismo qualche cosa, la cui mancanza successiva impedirà in avvenire ai Bacteri identici di moltiplicarsi e prosperare ; quanto a chi è di opinione che il parassita introdotto nell'organismo secerna una nuova sostanza, capace di comunicare al sangue ed ai liquidi altre proprietà, che si oppongano ad una seconda generazione di tali organismi.

Il fatto è che il modo particolare di azione delle Bacteriacee sull' organismo vivente, resta tutt' ora un mistero. Alcuni ritengono che le infezioni generate dai fermenti, e in special modo da alcuni di essi, come sarebbe il fermento septico, sieno dovute ad un veleno speciale che il Microfito contiene già nel suo protoplasma; veleno però ben differente dagli ordinari veleni, perchè suscettibile di aumentare e riprodursi una volta penetrato in noi, e perchè capace di alterare le funzioni fisiologiche in modo tutto particolare. Altri invece credono più probabile che questa sostanza venefica non faccia parte integrante del parassita nell'atto che s'introduce nel nostro corpo, ma invece sia il resultato di una speciale scomposizione delle sostanze albuminoidi dei liquidi dell'organismo, determinata dagli scambi nutritivi necessari alla vita e alla riproduzione del Microfito.

Come nella fermentazione alcoolica, nella lattica, nella butirrica si producono respettivamente alcool, acido lattico ed acido butirrico, così nella fermentazione difterica, tifica, carbonchiosa, colerica si produrrebbe il principio che genera la Difterite, la Febbre tifoidea, il Carbonchio ed il Colera. In questo modo le sostanze che esercitano sull' organismo attaccato un azione venefica specifica, non preesisterebbero nel parassita, ma sarebbero il resultato ed il prodotto delle sue azioni vitali.

---

(1) Il Pasteur ultimamente ha dimostrato come sia possibile, mediante una cultura speciale del parassita scoperto dal Perroncito nel Colera dei polli, di ridurre ai minimi termini la sua potenza infettiva, e di servirsene inoculandolo preventivamente onde preservare i polli dalle grandi epidemie di Colera. Lo stesso resultato hanno avuto il Pasteur ed il Toussaint colle inoculazioni del Bacillo del Carbonchio, il quale coltivato in brodo di pollo, in presenza dell'aria filtrata e ad una temperatura di 42° a 43°, si sviluppa in Bacilli sterili, cioè sprovvisti di spore. Tali Bacilli posseggono una virulenza molto minore dell' ordinaria, che va mano mano scemando tanto da non essere più capace di produrre gravi disordini. Gli esperimenti fatti dal Pasteur nel 1881 con questo nuovo genere di Vaccino sopra delle pecore, dimostrarono che gli animali ai quali era stato inoculato divennero tutti refrattari a contrarre il Carbonchio, mentre quelli che non avevano subito la vaccinazione furono tutti presi dalla malattia, se inoculati direttamente col virus carbonchioso (Vedi Atti del Congresso Medico di Londra, seduta 8 Agosto 1881).

Il Klebs coltivando artificialmente il fermento difterico, osservò che insieme alla moltiplicazione dei Bacteri si aveva la produzione di una sostanza eminentemente venefica. Questa però non è stata per adesso sottoposta a studio da poter chiarire la sua natura e il suo modo di agire, e da dichiararla perciò il vero veleno difterico. Vedremo più tardi come il Koch, per dare una spiegazione dei fenomeni che si osservano nel Colera e dei casi prontamente letali, supponga la produzione di una sostanza venefica speciale, resultato della evoluzione del Bacillo da lui scoperto, e che si compie sulla muccosa intestinale. È appunto la mancanza del parassita nel sangue e negli organi, e perciò l'impossibilità di una azione diretta sul liquido sanguigno, e dall' altro lato la gravità, la prontezza e la natura dei fenomeni infeziosi che conforta il Koch nella sua ipotesi.

Non tutti però si trovano d'accordo nell'ammettere che l'azione virulenta specifica che esercitano i Bacteri, debba attribuirsi ad una sostanza tossica da loro secreta, o per mezzo loro prodotta. Il Pasteur quando vide che i liquidi contenenti il Bacillo carbonchioso perdevano affatto della loro virulenza, se privati dei corpuscoli viventi filtrandoli attraverso il gesso, concluse che nel Carbonchio erano veramente i Bacilli che agivano in virtù di una azione fisiologica loro propria, e spiegò il loro modo di agire colla loro avidità per l'ossigeno. Queste conclusioni a cui allora venne il Pasteur hanno perduto molto della loro primitiva importanza, specialmente dopochè il Cazeneuve (1) ha dimostrato con numerosi esperimenti, che i filtri di gesso arrestano nei loro pori i fermenti solubili. Un dubbio reale si eleva quindi contro le affermazioni del Pasteur a proposito del modo di agire del *Bacillus anthracis,* e si può con ragione domandare se la filtrazione a traverso il gesso, che fornisce un liquido privo di microrganismi, autorizza veramente a concludere che il Bacillo agisca per lui stesso, e non già in virtù di una sostanza tossica da lui secreta.

È cosa certa che gli accidenti infeziosi che si verificano nelle malattie contagiose ed epidemiche, hanno tal carattere da potersi con molta ragione attribuire ad un veleno che si produca e circoli nell'organismo. Ma questo veleno vi penetra egli dal di fuori, o meglio v'è portato o prodotto da un microrganismo, che s'introduce nel nostro corpo, e che vi si sviluppa e vi si moltiplica a spese della sua sostanza organica; oppure questo veleno si può formare nel corpo senza l'intervento di un germe che viene dal di fuori? Vedremo che l'Hiller giunse ad estrarre dalle carni putrefatte per mezzo della glicerina una sostanza eminentemente venefica priva di microrganismi, un vero fermento solubile che uccideva in modo fulminante, e che aveva la proprietà di riprodursi per successive inoculazioni. Gli accidenti infeziosi potrebbero spiegarsi con la presenza nell'organismo di alcaloidi derivati dalle materie proteiche, dalle così dette *Ptomaine* scoperte dal Selmi (2), studiate

---

(1) *Cazeneuve.* Obsérvations critiques sur l' emploi des filtres de plâtre. (Bull. Soc. chim. d. Paris, 1884 t. XLII. p. 91).

(2) Vedi i moltissimi lavori del Selmi pubblicati ripetutamente fino dal 1875 nella Gazzetta chimica italiana, negli Atti dell'Accademia delle Scienze di Bologna e dell'Accademia dei Lincei.

poi dal Giannetti e dal Corona (1), dal Gautier (2), dal Brouardel e Boutmy (3), dall' Etard e da molti altri. Queste sostanze eminentemente venefiche e che introdotte in circolo danno luogo a disturbi diversi, ma sempre gravi, si possono estrarre non solo dalle materie albuminoidi putrefatte, ma, cosa strana, anche dai liquidi delle escrezioni e delle secrezioni normali. Il Gautier è di opinione che le Ptomaine si possano produrre in quantità considerevole in talune condizioni patologiche, e che ad esse appunto si debbano referire per buona parte i disordini funzionali che si notano nelle malattie. Il Bouchard (4) combatte le idee del Gautier, ed ammette invece che queste sostanze appariscano esclusivamente nelle materie animali dove vivono e prosperano i funghi microscopici, e debbano perciò considerarsi come prodotti di disassimilazione di questi organismi vegetali. Ciò posto, egli domanda perchè mai altri Bacteri che pullulano nell' organismo vivo ma infermo, non vi potrebbero produrre sostanze analoghe ? A conferma di questa supposizione il Bouchard riferisce alcune osservazioni che gli sono proprie, dove trovò questi alcaloidi nelle orine d' individui affetti da malattie infeziose. A quest' ultime osservazioni del Bouchard, si può contrapporre il fatto che i medesimi alcaloidi sono stati trovati ugualmente, e in quantità ben manifesta, nelle orine di persone affatto sane, e che perciò, se è provato che tali sostanze si possono formare nell' organismo sano, è del pari provato che alla loro formazione non occorre la presenza dei Bacteri.

Gli esperimenti eseguiti inoculando le materie prodotte dalla putrefazione, cioè sostanze complesse nelle quali si trovano Bacteri non solo, ma molti altri prodotti solidi, liquidi e gassosi del processo putrefattivo, hanno dato resultati diversi nelle mani dei vari sperimentatori, e talvolta anche contradittori per lo stesso osservatore. I fenomeni verificati in queste inoculazioni potevano tanto attribuirsi alla introduzione nell'organismo di materie putride e septiche, capaci di agire indipendentemente dalla presenza di microfiti, quanto all' azione diretta e specifica che a questi si vuole attribuire. Se aggiunga poi che in tali esperimenti, troppo spesso si è dimenticato che i Bacteri che si producono e si moltiplicano nel sangue degli animali viventi, non sono forse identici a quelli che si sviluppano nelle infusioni animali o vegetali.

Quando s' inietta ad un animale (coniglio, porcellino d' india) un liquido carico di Bacteri ottenuto dalla macerazione del fieno muffito (Billroth), o dalla putrefazione del sangue normale, o di qualche altro liquido alterato al contatto dell' aria; o quando s' inoculi della sanie cancrenosa o cadaverica,

---

(1) *Giannetti* e *Corona*. Sugli Alcaloidi cadaverici. Bologna, 1878.

(2) *Gautier*. Les alcaloides derivés des matières proteiques. (Journ. d' Anat. et Phys. Paris, 1881).

(3) *Brouardel et Boutmy*. Reactif propre à distinguer les Ptoimaines des alcaloïdes végéteaux (Ann. d' Hyg. t. VI. pag. 9, 1881). — Réaction des Ptomaines et condition de leur formation. (Ann. d' Hyg. t. V. p. 497, 1881).

(4) *Bouchard*. Sur la présence d' Alcaloïdes dans les urines au cours de certaines maladies inféctieuses. (Soc. de Biol. 1882). — De l' origine intéstinale de certains alcaloïdes normaux et pathologiques (Rev. d. Med. 1883).

del sangue di tifosi o di vaiolosi, come han fatto il Coze e Feltz, il Davaine, il Leplat e Jaillard, il Bouley, il Béhier, il Vulpian e tanti altri, si provocano negli animali sottoposti all'esperimento, accidenti gravi e talora mortali, ed il sangue degli animali acquista qualità virulente da essere trasmesse ad altri animali, e così di seguito. Il Davaine ha dimostrato che per alcuni virus si può giungere, per una serie di trasmissioni successive, a dare al sangue tali proprietà septiche, da uccidere in modo fulminante anche a dosi sempre più piccole e infinitesime. Nel sangue degli animali così trattati si trovan sempre dei Bacteri.

L'insieme di questi fenomeni, ai quali è stato dato il nome di *Septicoemia,* è attribuito dai partigiani delle nuove dottrine all'azione diretta e specifica dei fermenti figurati, anzichè alle sostanze putride ed ai virus che si trovano nei liquidi animali così alterati.

Questo modo di spiegare la Septicoemia non è stato accettato senza proteste, e senza che gli oppositori portassero per conto loro ampio contributo di fatti e di esperimenti comprovanti il contrario.

Il Panum (1) assicura di avere prodotto tutti gli accidenti della Septicoemia iniettando nelle vene degli animali, liquidi putridi privati antecedentemente, per mezzo della cottura e della filtrazione di ogni specie di microrganismi. L'Hiller (2) sarebbe andato più innanzi, cioè avrebbe isolato gli Schizofiti septici dai loro liquidi putridi, gli avrebbe trasportati in un liquido nutritivo di per sè innocuo, e gli avrebbe quindi iniettati a dei cani, a dei conigli e perfino *sopra se stesso,* senza aver potuto osservare accidenti di sorta. Lo stesso Hiller dall'altro lato fa vedere che per mezzo della glicerina, si può estrarre dalle carni putrefatte una sostanza priva affatto di microrganismi, e che, iniettata, uccide gli animali, mentre il sangue di questi può giungere per inoculazioni successive ad avere tali proprietà virulente, da uccidere sul colpo anche a dosi piccolissime, come diceva il Davaine, e che di più questo sangue *non mostra mai di contenere Bacteri.* Dunque il veleno estratto dall'Hiller si era moltiplicato e rinforzato senza la presenza di nessun essere vivente. Un fatto poi degno di nota, resultante dai medesimi esperimenti dell'Hiller, è che la putrefazione di questo veleno ne distrugge le sue proprietà virulenti, cioè esattamente come succedeva per i liquidi carichi di Bacteri posti in esperienza dal Davaine e dal Pasteur. Finalmente l'Hiller fa osservare che ammettendo pure che una goccia di sangue septicoemico non contenga altro che Vibrioni, il loro numero si può calcolare a cinquanta milioni. Diluendo la goccia di questo sangue con sessanta milioni di volte il suo volume di acqua, una goccia di questo liquido che serviva al Davaine a inoculare a colpo la malattia, non poteva contenere che un solo organismo o non contenerne affatto; ciò che per l'Hiller porta alla conclusione che il virus anche per questo fatto non è forma organizzata, ma sibbene una sostanza solubile.

---

(1) *Panum.* Zur Lehre von der putriden' oder septischen Infection. (Bibl. f. Læger. t. VIII, pag. 253, 1874).

(2) *Hiller.* Antheil der Bakterien am Faülnissprocesses (Centralbl. f. med. Wissensch. 1874).

Anche il Sander, che crede alla materia putrida, resta in dubbio sull'ufficio patogenico dei fermenti. D'altra parte il Bergmann avrebbe riprodotti tutti gli accidenti della Septicoemia, iniettando negli animali una sostanza eminentemente venefica, la *Sepsina,* che si trova allo stato cristallizzato nei sedimenti della birra putrefatta. Tale sostanza avrebbe un'azione tossica speciale, e agirebbe a modo di un fermento chimico capace di decomporre i liquidi dell'organismo.

Il Leplat ed il Jaillard (1), sperimentando nel 1864 con liquidi putridi provenienti da infusioni diverse, ebbero resultati negativi in otto casi, e nel nono, in cui l'esperienza venne fatta con sangue alterato, si ebbe la morte dell'animale. Gli autori concludono in questo modo:

1.° Che i Vibrioni provenienti da un liquido qualunque non producono alcun accidente nel sangue dove vengono introdotti, a meno che non sieno accompagnati da materie virulenti, alle quali sole debbono attribuirsi gli effetti dannosi consecutivi alla inoculazione.

2.° Che se il veicolo iniettato che contiene i Vibrioni è putrido in troppo alto grado, si produce bensì intossicamento septicoemico, ma non si ha malattia virulenta, perchè i medesimi fenomeni non si riproducono con la iniezione del sangue contaminato.

Il Davaine, eseguendo numerose esperienze allo scopo di stabilire quali legami potevano esistere fra i Bacteri del Carbonchio e quelli della putrefazione, ebbe resultati conformi alle conclusioni del Leplat e del Jaillard. « Gli effetti della sostanza putrefatta non vanno al di là dell'animale al quale s'iniettano tali sostanze. L'agente tossico delle materie putride non si rigenera come quello del sangue carbonchioso; in una parola la putrefazione agisce sull'economia come un *veleno,* il Carbonchio come un *virus* (2). »

A queste conclusioni del Davaine si opporrebbero alcune esperienze del Coze e del Feltz (3). La morte era la conseguenza ordinaria dell'introduzione di liquidi putridi iniettati dagli autori nei conigli, il cui sangue, contenente Vibrioni durante la vita, era capace introdotto in altri animali di riprodurre i Vibrioni, e di determinare la morte anco più rapidamente della prima inoculazione.

Debbasi o no la Septicoemia ritenersi prodotta dall'azione di particolari Microrganismi, il fatto è che se l'iniezione dei liquidi contenenti i Bacteri dà origine a fenomeni septici, questi non presentano sempre quella uniformità, nè quell'insieme capace di costituire una individualità morbosa; ed è appunto per questo che può nascere il sospetto potervi essere diverse specie di Septicoemia. Ammettendo per questa malattia la natura parassitaria, il fatto innegabile che essa si presenta con fenomeni non sempre identici,

---

(1) *Leplat* e *Jaillard.* De l'action des bactéries sur l'économie animale. (Compt. Rend. Ac. Sc., t. LIX, p. 250, 1864).

(2) *Davaine.* Note en reponse à une comunication des MM. Leplat et Jaillard sur la maladie charbonneuse (Compt. Rend. Ac. Sc., t. LXI, p. 523, 1864).

(3) *Coze* e *Feltz.* Recherches éxpérimentales sur la présence des infusoires et l'état du sang dans les maladies inféctieuses. Strasbourg, 1866.

obbliga ad ammettere che diversi possano essere i fermenti, e che perciò a ciascuno di essi spetti un'azione speciale; oppure, restando sempre uguale il parassita, che la sua azione si manifesti in vario modo a seconda dei casi, dei luoghi, delle specie animali e delle condizioni organiche. Il Toussaint, per esempio, dichiara che lo Schizofito del Colera dei polli, e quello della Septicoemia, non sono altro che uno stesso e identico individuo; ciò che fa vedere quanto sia difficile in tanta divergenza di opinioni formulare delle leggi. Lo studio degli agenti delle diverse Septicoemie è sempre allo stato nascente, ed è impossibile, a mio parere, trarre per ora qualche utile conclusione.

Dall' altro lato gli esperimenti eseguiti inoculando negli animali i Bacteri raccolti direttamente dall' aria, e coltivati allo stato di purezza, non porgono per adesso grande appoggio alla teoria parassitaria, perchè o contradittori, o il più delle volte affatto negativi.

I Bacilli dell' aria del Parco di Montsouris introdotti dal Miquel nel sangue e nel tessuto cellulare sottocutaneo, si mostrarono assolutamente innòcui. Lo stesso dicasi per la maggior parte dei Bacteri raccolti dallo stesso autore negli spedali di Parigi, e che avanti di essere introdotti negli animali, erano stati purificati con le coltivazioni. Iniettati nel sangue o nei tessuti diversi, furono rapidamente riassorbiti senza lasciar traccia del loro passaggio. Solamente un Bacillo ed un Micrococco avrebbero dati resultati positivi. Il Microfito raccolto nelle infermerie Verneuil, nello spedale della Pitié, era un Bacillo gracile, il quale inoculato sotto la pelle dei porcellini d'India in corrispondenza della regione splenica, produsse alcune lesioni costanti, rappresentate da una adenite flemmonosa nella regione ascellare, ma sempre *benigna*, e che si dileguava dopo otto giorni. Il Micrococco, che aveva l'apparenza del Micrococco *comune*, iniettato sotto la pelle di conigli e di porcellini d'India, produsse rapidamente un ascesso, che fu la lesione costante. Nei soggetti giovani tutto si limitava a questa alterazione locale, ma negli animali vecchi si aveva la morte per infezione purulenta, con ascessi metastatici al fegato ed alla milza, determinata dalla inoculazione, o *contratta forse durante la malattia* (Miquel). Le coltivazioni di questo Micrococco, hanno offerto non piccole difficoltà, perchè le moltissime altre specie di Bacteri che l'accompagnavano, finivano per soffocarlo nei liquidi nutritivi ove era stato seminato.

Se qualche altro Micrococco ottenuto dall' aria, produsse nelle mani del Miquel alcune lesioni, se inoculato sotto la pelle, furono queste incostanti e leggerissime, ma sempre locali, rappresentate generalmente da rossore e da infiammazioni passeggiere nel punto d' introduzione. Anche gli Schizofiti raccolti nell' aria delle fogne iniettati nelle vene di conigli e di porcellini, rimasero indifferenti (Miquel).

Altrettanto importanti sono i resultati avuti dal Fodor (1) che introduceva sotto la pelle e nelle vene di conigli i Bacteri raccolti direttamente dall' atmosfera. I Micrococchi, il *Bacterium termo*, il *B. lineola*, ed i Vibrioni

(1) *Fodor.* Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. Braunschweig, 1881-1882. Vol. I, Conclusioni.

si mostrarono sempre innocui. Però fra i Bacteri uno ne accenna il Fodor, che egli chiama *Microbacteri umagile,* il quale per la sua forma, i suoi movimenti e le sue proprietà infeziose, merita speciale considerazione. Il *Microbacterium agile* perde la sua virulenza, a misura che si sviluppano nel liquido di cultura altri Bacteri più comuni. I sintomi che si manifestano per l'introduzione di questo Microfito nell' organismo, sono quelli di una *leggera* infezione septica.

Alcuni Bacilli atmosferici coltivati dal Fodor e innestati, produssero un infezione assai forte, la quale dopo alcuni giorni, e in un caso dopo ventiquattr' ore, fu cagione della morte. Il sintoma principale era un rapido abbassamento di temperatura. Piccole porzioni di sangue fresco ($0^{cc},5$) dell' animale ucciso, iniettato in altri animali, determinarono la morte in tre giorni. Negli organi parenchimatosi e specialmente nel fegato si rinvennero Micrococchi (?), entro le pareti dei vasi sanguigni, i quali in alcuni punti otturavano i capillari.

Da tutti questi esperimenti il Fodor conclude che nell'atmosfera si trovano in alcune epoche forme diverse di Bacteri, la maggior parte dei quali hanno una potenza d'infezione nulla, quando vengano inoculati nell'organismo. Però in certi tempi si presentano alcune specie che a condizioni pari, possono determinare gradi diversi e forme differenti d'infezione.

Analizzando tutti i fatti precedenti circa alla azione che le Bacteriacee dell' aria possono esercitare sull'organismo, si vede che tanto nelle mani del Miquel, quanto in quelle del Fodor e di altri, i fenomeni osservati si possono tutti referire a diversi gradi ed a diverse forme d'infezione septica, e che nessuna di tali osservazioni prova che i Microfiti posti in esperimento abbiano prodotto disordini di tal natura, da potersi paragonare a quelli caratteristici delle malattie infeziose, all'infuori della Septicoemia. In questi casi o i Bacteri isolati o i liquidi che li contenevano agivano come un veleno, non come un virus, quale potrebbe esser quello del Carbonchio, del Colera, della Tifoidea.

I Microrganismi ai quali si attribuisce un' azione generale morbigena sull' organismo vivente, appartengono tutti alla grande famiglia delle Bacteriacee e sono perciò *Sferobacteri, Microbacteri, Desmobacteri* e *Spirobacteri.* Le vie per le quali s' introdurrebbero nell' organismo, possono essere diverse. Il nostro corpo presenta due grandi superfici, facilmente attaccabili da questi corpuscoli; la muccosa respiratoria e quella gastro-enterica. A queste due, che sono le porte naturali, si può aggiungere una terza rappresentata dalle superfici traumatiche.

Quantunque la lista dei Bacteri ai quali fu attribuito un azione virulenta sia molto lunga, ed il Coze, il Feltz, l'Hallier, il Klebs e tanti altri ne abbiano descritti diversi, pur tuttavia quelli per cui veramente è stata dimostrata questa proprietà, si riducono a ben pochi.

L'Hallier di Iena dice numerosissimi i Micrococchi patologici, ed afferma averli trovati in tutte le malattie infeziose, quali la Scarlattina, la Rosolia, la Diarrea epidemica, il Colera, l'Ileo-tifo, il Tifo esantematico, il Vajolo degli ani-

mali, la Sifilide ecc. Però il Bary, l'Hoffmann e lo stesso Cohn (che ammette la presenza dei Micrococchi nel Vaccino, nella Septicoemia e nella Difterite) ritengono come ancora problematica l'esistenza dei parassiti in tutte le malattie accennate dall'Hallier.

Non v'ha dubbio che alcune malattie generali dell'uomo e degli animali, non siano il resultato della vita parassitaria. Nei bachi da seta si possono osservare tre diverse affezioni, da ritenersi tutte di origine parassitaria. Il Bassi fino dal 1833 aveva segnalato che la malattia dei filugelli, detta il Calcino, era prodotta da un parassita vegetale, il quale in omaggio al suo scopritore fu detto *Botrite Bassiana.* L'altra malattia, la Pebrina, studiata prima dal Cornalia e dal Filippi, e quindi illustrata con tanta diligenza dal Pasteur, dall'Osimo, dal Frey, dall'Haberland, dal Lebert, dal Vlacovich, dal Verson e dal Perroncito, è parimente dovuta a un parassita, i Corpuscoli del Cornalia, o Corpuscoli oscillanti o pebrinosi. Non altrettanto bene sarebbe dimostrata la natura parassitaria della terza malattia, la Flaccidezza, che si manifesta in forma di grave epizoozia. Il Pasteur (1) trovò nel tubo intestinale dei filugelli alcuni Vibrioni agilissimi, una Monade a movimento rapido, il *Bacterium termo* o un Vibrione che gli somiglia, ed un fermento a piccole granulazioni disposte a coroncina; donde concluse che la Flaccidezza si dichiarava sempre in seguito allo sviluppo di Microrganismi nel tubo intestinale, e che perciò era malattia parassitaria. Del medesimo parere non furono però il Verson ed il Vlacovich (2), avendo essi osservato dei casi di malattia in cui mancavano i Microrganismi segnalati dal Pasteur. Per questi autori la Flaccidezza consiste invece in una lesione primitiva dello stomaco, alla quale terrebbe dietro la comparsa dei parassiti.

Se bisogna ammettere la origine parassitaria in alcune malattie che attaccano gli animali, non si può negare del pari l'esistenza di Microbi capaci di indurre alterazioni più o meno gravi nell'uomo; e se fa d'uopo accogliere con diffidenza la lunga lista di Bacteri generatori di qualunque sorta di malattia infeziosa, bisogna riconoscere che fra questi ve ne hanno tre o quattro la cui azione è mortale, come il Bacillo carbonchioso, quello della Tubercolosi, lo Spirochœte del Tifo ricorrente e qualcun altro.

Le prove materiali del potere infettivo di molti Bacteri sono per taluni imperfette, per altri affatto mancanti; ed appunto per questo v'è sempre chi attribuisce ad un contagio invisibile, i fatti accertati della trasmissibilità a distanza delle malattie infeziose; o chi ritiene che la materia organica abbia in se una forza vegetativa tutta propria, capace di condurla senz'altro ad ammalarsi. Molti dei partigiani della teoria dei germi, affascinati da buon numero di osservazioni e da singolari analogie, credono, senza chiedere dimostrazioni, ai fermenti figurati di tutte le malattie infeziose ed ai germi microscopici virulenti, che essi ritengono molto meno problematici dei miasmi fluidiformi

(1) *Pasteur.* Étude sur la maladie des Vers-à-soie. t. 1, pag. 226.

(2) *Verson e Vlacovich.* Ricerche sulla Gattina e la Flaccidezza. (Atti del III Congresso Serico Iternazionale di Roveredo, 1873).

dei loro contradittori. Bisogna però confessare che la loro teoria non ha per base alcuna esperienza, capace d'indurre la certezza nello spirito dei dubbiosi e degli increduli, i quali si rifiutano ad ammettere i fatti a metà dimostrati. Ciò che più di tutto ha nociuto alle nuove dottrine, sono state le esagerazioni degli appassionati panspermisti. In medicina, come nelle altre scienze fisiche e naturali, l'evidenza deve resultare da un insieme di sperimenti ben condotti e indiscutibili, e pur troppo bisogna dire che la nuova scuola non può sempre portarne tali.

CAPITOLO III.

Malattie infeziose ritenute o supposte parassitarie.

In tutte quelle malattie che per il loro modo di apparire, per le loro forme ed il loro decorso si ha ragione di collocare nel gruppo delle infeziose, oggigiorno si sospetta o si trova il parassita. In molte di esse questo parassita si cerca, asseverando che deve esserci, ma non si trova; per talune se ne sospetta uno, fra le tante e svariate forme di Microrganismi che capitano sotto il campo del microscopio; in poche la presenza del Microfito è veramente accertata, e si sono potuti sorprendere rapporti e legami fra esso e lo stato morboso, tali da poterlo ragionevolmente dire parte o totalità dell'essenza della malattia.

Se non tutte le malattie infeziose, almeno un gran numero di esse possono trasmettersi per mezzo dell'aria. Accade così per la Pertosse, il Grup, la Septicoemia, la Eresipela, il Vaiolo, la Scarlattina, la Rosolia, la Tubercolosi, il Carbonchio, la Malaria e diverse altre. Lo studio di queste malattie è dunque legato strettamente al nostro argomento, ed è perciò che in vista anche di questo legame, passeremo in rassegna le principali malattie infeziose, accennando quali rapporti esse possono avere con la presenza di un parassita, per quale di esse questo parassita sia stato bene accertato, e per quali altre sia rimasto ipotetico o incognito.

1. — Septicoemia.

Poco resta da aggiungere a ciò che abbiamo detto alla pagina 178. Dirò solo che il Klebs attribuisce l'origine della Septicoemia ad un parassita del genere dei Micrococchi, il *Microsporon septicum* da lui specialmente illustrato, e che il Pasteur invece la referisce alla presenza di un Vibrione, il *Vibrio septicus,* come riporta la Pioemia al *Vibrio pyogenus.* (Tav. VII, fig. 1, 2, 3).

Di fronte al Pasteur che considera tanto la Septicoemia quanto la Pioemia dovute ambedue ad un parassita, ma ben differente nell'un caso e nell' altro, sta l' opinione di alcuni autori tedeschi che ritengono la Pioemia parassitaria, mentre dichiarano la Septicoemia dovuta ad un intossicamento degli alcaloidi della putrefazione. Lo stesso Koch ha dovuto riconoscere l'esistenza di una Septicoemia puramente tossica, che potè riprodurre iniettando ad alcuni topi un liquido putrefatto da poco tempo. Cinque goccie di questo liquido son capaci di uccidere l' animale, ed alla autopsia non si trovano Bacteri nè nel sangue, nè in alcun viscere.

Le vie più abituali dalle quali dovrebbe farsi strada il parassita sarebbero le soluzioni di continuità, ma si indicano anche come possibili quelle della superficie cutanea intatta, della muccosa vessicale, e delle vie respiratorie.

Analizzando tutti i fatti che si posseggono, e più sopra rammentati, bisogna dire che la natura parassitaria della Septicoemia è lungi dall' essere dimostrata, e che anzi alcuni dei più esperti parassitologi apertamente la contestano. Le osservazioni del Billroth, e quelle pocanzi rammentate del Koch; le esperienze del Panum, che riproduceva i fenomeni della Septicoemia iniettando nel sangue liquidi putridi privati antecedentemente di qualunque microrganismo; quelle dell' Hiller che isolava il Microfito dai liquidi putridi, lo poneva in un liquido innocuo e l' iniettava su se stesso, senza inconvenienti; le altre pure dell' Hiller che per mezzo della glicerina estraeva dalle carni putride una sostanza priva affatto di esseri viventi, capace per successive inoculazioni di rinforzarsi e centuplicare la sua azione virulenta; gli studi del Bergmann sulla sostanza cristallizzata, la *Sepsina*, estratta dalle feccie della birra; gli studi del Leplat e del Jaillard, che dimostravano che i Vibrioni tolti da un mezzo putrido qualunque, non producevano alcun accidente nel sangue, ed invece agivano potentemente se accompagnati dalle altre sostanze virulenti del liquido putrefatto; le esperienze del Davaine, che lo conducevano a concludere che la putrefazione agisce sull'economia come un semplice veleno e non come un virus, sono di tale importanza, che non solamente gettano il dubbio sulla opportunità di collocare la Septicoemia fra le malattie infeziose parassitarie, ma, a mio parere, la escludono affatto.

2. — Epizoozia tifoide dei gallinacei.

Pongo immediatamente dopo la Septicoemia questa Epizoozia dei gallinacei, che fu detta anche impropriamente *Colera dei polli*, inquantochè dall' ultime esperienze del Toussaint sembra non esser altro che una Septicoemia acutissima.

L'affezione avrebbe indole parassitaria, e il parassita sarebbe un Micrococco osservato e disegnato per la prima volta dal Perroncito (1) e dal Sem-

(1) *Perroncito*. Epizoozia tifoide dei Gallinacei (Ann. R. Acc. Agric. Torino, seduta 2 Febbraio, 1878).

mer, quasi contemporaneamente descritto dal Rivolta (1) e più recentemente studiato dal Megnin, dal Toussaint e dal Pasteur (2), al quale spetta il merito di averlo dimostrato causa essenzialissima del morbo.

I Micrococchi si trovano più o meno abbondanti nel plasma sanguigno, e negli essudati dei punti in cui si localizza la malattia. Essi hanno movimento browniano, ondulatorio e saltellante, con forma di granulazioni ovoidi o sferiche, del diametro di 0,mm 0005 a 0,mm 001, isolate e libere, oppure riunite a due, tre, quattro, o allineate in serie, o catenelle di otto, dieci, dodici Coccobacteri, che hanno del pari moto ondulatorio e saltellante. Questi Micrococchi penetrano nel plasma sanguigno in grazia della loro tenuità, attraversando gli epiteli dell'apparecchio digerente e respiratorio.

Le esperienze del Toussaint dimostrerebbero che la Epizoozia tifoide dei dei polli, è malattia parassitaria identica alla Septicoemia, e che si può provocare a volontà, amministrando ai polli sostanze organiche in via di putrefazione. Lo stesso Toussaint, il Megnin e più specialmente il Pasteur, procedendo col mezzo delle coltivazioni artificiali, non solo moltiplicarono il parassita in liquidi e sostanze adatte per essere inoculato allo stato di purezza, ma riuscirono anche ad attenuarne le proprietà virulente ed ottenere dai virus i più maligni, per mezzo di culture successive, dei virus indeboliti, il cui innesto costituiva un preservativo per la malattia, come il vaccino per il Vaiolo umano. Anzi, secondo il Pasteur (3), queste culture inoculate nel sangue dei polli, lo priverebbero degli elementi necessari allo sviluppo di altri fermenti, come sarebbero i Bacilli del Carbonchio.

3. — Eresipela infeziosa.

Le più recenti osservazioni tenderebbero a provare che l'Eresipela degli spedali è una malattia a fermento figurato. Già da qualche tempo in Germania dietro agli studi dell'Heuter (4), si riteneva che il parassita fosse una granulazione sferica (*Micrococcus monas, Bacterium punctum*), il cui carattere, al dire del Dupeyrat (5), è l'immobilità. Nelle parti malate e particolarmente negli spazi linfatici, si trovano dei Micrococchi sferici, soli o aggruppati a due a due, o in catenelle il più spesso ondulate, raramente rettilinee. Il Cornil ed il Babés (6) hanno veduto questi Micrococchi nei tronchi linfatici alla base delle papille, ed anche più profondamente nelle fessure linfatiche del derma, e negli spazi congiuntivali delle guaine dei follicoli piliferi.

---

(1) *Rivolta.* Sulla scoperta del Micrococco o Microbo del tifo dei Polli, del Virus del Barbone, e dei Criptococchi del Farcino equino. (Gior. d. Anat. fis. e patol. Pisa, 1880).

(2) Vedi le ripetute Memorie di questi Autori contenute nei Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. 1879, 1880.

(3) *Pasteur.* Pathologie expérimentale. Expériences tendant à démontrer que les Poules vaccinées pour le Cholèra sont réfractaires au Charbon. (Compt. Rend. Acc. Sc. 9 Août, 1880).

(4) *Heuter.* Presenza delle Monadi nelle placche eresipelatose (Centralbl. f. med. Wiss. 1869).

(5) *Dupeyrat.* Érysipèle. Thèse de Paris. 1881.

(6) *Cornil et Babés.* Sur le siège des Microbes dans la Variole, la Vaccine, et l'Erysipèle (Bull. Soc. med. d. Hopitaux, 1883).

Le osservazioni del Cornil e del Fehleisen (1) starebbero in favore della propagazione della flogosi eresipelacea, consecutiva all'invasione di questi Micrococchi nelle vie linfatiche Il parassita dalla maggior parte degli autori non è stato trovato nel sangue, e sembra che i gangli linfatici sieno d'ostacolo alla sua diffusione. Si trova invece sui limiti della lesione nelle parti recentemente invase, ciò che fa supporre che lo Schizomiceto si distrugga rapidamente nei tessuti. Anche il Lukowski dice di aver trovato i Micrococchi infiltrati nella pelle, ma secondo il Vulpian, il Troisier ed il Nepveu (2) esisterebbero anche nel sangue, avendoli essi veduti specialmente sul declinare della malattia.

L'Orth, che ha coltivato il Micrococco dell'Eresipela e che ha inoculato il prodotto delle culture, produsse lesioni da potersi ravvicinare a quelle dell'Eresipela, ma che in realtà non potevano dirsi identiche. I medesimi esperimenti eseguiti dal Tillmanns (3) sono forse in alcuni casi più dimostrativi, ma non sempre ebbero resultati favorevoli. Più fortunato sarebbe stato il Fehleisen (4) il quale pare sia riuscito a inoculare l'Eresipela nell'uomo. Allorquando si introduce sotto la pelle di un coniglio il liquido proveniente da una lesione eresipelacea in attività, l'animale muore in poche ore, ma non si trovano Bacteri che nel punto inoculato. In questo caso onde spiegare i fenomeni generali e la morte consecutiva, bisogna ricorrere alla solita ipotesi della produzione della sostanza venefica prodotta dal parassita, e trasportata in circolo. Le recenti osservazioni del Cornil, del Babés e del Felheisen hanno un' importanza incontestabile, se non altro per esser condotte con vero metodo scientifico; ma il loro numero è ancora troppo scarso, nè sempre sono talmente dimostrative, da poter dire che la questione dell'origine parassitaria dell'Eresipela è ampiamente dimostrata e risoluta.

4. — Febbre puerperale.

Il Pasteur scoprì nel sangue e nei lochi delle donne affette da Febbre puerperale, un Microrganismo in forma di granuli sferici disposti in coroncina. Il parassita è stato coltivato e seminato, ed il Doleris (5), basandosi sulla sua presenza nel sangue e nei lochi, avrebbe predetto la invasione della febbre, avanti che i fenomeni clinici avessero fatto presagire la malattia. Il Doleris distingue nella infezione puerperale quattro forme. Nella prima comprende quella *Septicoemia rapida*, caratterizzata dalla introduzione precoce nel sangue dei Bacilli septici isolati o riuniti, e dei Micrococchi. La seconda è la *forma ordinaria suppurativa*, con presenza nel sangue e nella linfa di Micrococchi a catenelle. La terza corrisponde alla *infezione purulenta chi-*

(1) *Fehleisen*. Ueber Erysipel. (Deutsch. Zeitsch. f. klin. Chir. Bd. 16. 1882).
(2) *Nepveu*. Présence des Bacteries dans le sang des Erysepélateux. (Soc. d. Biol. 1870).
(3) *Tillmanns*. Untersuchungen über Erysipel. (Arch. v. Langenbeck, 1878).
(4) *Fehleisen*. Zur Aetiologie des Erysipel. Berlin, 1883.
(5) *Doleris*. Des accidents inféctieux des suites des couches. Paris, 1880.

rurgica, con Micrococchi aggruppati a due a due (*Diplococcus*). La quarta rappresenta una *forma pioemica lenta, progressiva.*

Il Masini ed il Ferrari (1) dicono che nei lochi delle puerpere i Bacteri si trovano a migliaia. Di apparenza pisiforme e puntiforme, esistono costantemente nel sangue dei malati e degli animali a cui si trasmette la malattia. Gli autori ammettono che questi Bacteri penetrino nei linfatici e nelle vene della piaga uterina, e di là vadano ad infettare il sangue di cui distruggerebbero i globuli.

Per la infezione puerperale siamo nelle medesime condizioni della Septicoemia e delle altre infezioni traumatiche, cioè che non è stato per anco stabilito il rapporto fra le diverse forme di Febbre puerperale e la presenza di parassiti determinati.

5. — Difterite.

Se la Difterite è ritenuta oggi come una vera malattia a fermento, non tutti si trovano d'accordo sul genere di Bacteriacea che la produce. L'origine parassitaria della Difterite sarebbe stata accennata dal Tommasi-Crudeli e dall'Hueter nel 1868, e confermata dal Klebs nel 1873. Nel 1868 l'Hueter trova i corpuscoli mobili della Difterite non solo nei tessuti cancrenati, ma anche nei vicini, ed annunzia che l'inoculazione di tali corpuscoli determina nei conigli la morte, con moltiplicazione dei corpuscoli e con la infiammazione difterica della ferita d'inoculazione. Questi resultati però rammentano quelli ottenuti dal Davaine nella Septicoemia. Più tardi l'Hueter (2) ed il Tommasi nelle loro prove sulla infezione putrida, ottengono resultati differenti. Gli animali non avevano più diarrea, e non morivano sotto quelle dosi di veleno putrido altra volta riuscite mortali, ma presentavano una estesa infiammazione difterica. Trovando dei corpuscoli di forma rotonda, fu supposto che la putrefazione avesse determinato la produzione di organismi capaci di provocare la Difterite. Le iniezioni praticate nella trachea dei conigli produssero non già la Septicoemia, ma la bronchite e la pneumonite, nel medesimo tempo che sulla muccosa delle vie aeree si notava una moltiplicazione dei corpuscoli mobili. Da tutto questo gli autori emisero la supposizione, che il veleno difterico potesse avere origine dai liquidi albuminosi in certe fasi del processo putrefattivo. L'Hoffmann però, esaminando le culture difteriche che l'Hueter aveva intrapreso sulle patate cotte, e non trovandovi che il *Monas crepusculum* ed il *Bacterium termo,* concluse che l'ufficio dei Microrganismi nella Difterite restava tutt'altro che provato, o per lo meno era grandemente dubbio; ciò che però non rimosse l'Hueter dal considerarli sempre come causa principale della malattia.

---

(1) *Masini* e *Ferrari.* Comunicazione preventiva di studi sperimentali sulle infezioni puerperali. (Lo Sperimetale, 1881).

(2) *Hueter.* Abschnitte über Monadämie Pyämie. Leipzig, 1873.

Il fermento della Difterite sarebbe dunque per l'Hueter e per il Tommasi un Micrococco, capace però di svilupparsi talora in forma di bastoncelli simili a piccoli Bacilli, ed anche in filamenti. Mentre questi autori dai loro esperimenti sono indotti a credere, che il fermento difterico possa essere lo stesso di quello septico, il Klebs invece lo ritiene come una specie a parte ben distinta. Egli ha veduto nella coltivazione del fermento septico originarsi una sostanza eminentemente velenosa, e di più ha osservato che il Micrococco della Difterite ha una tenacità di vita maggiore di quella che non abbia il fermento septico.

L'Ewart ed il Simpson, in un lavoro presentato alla *British Medical Association* nel 1878, pretendono che il Microfito della Difterite sia rappresentato da *spore* estremamente piccole, le quali poste in condizioni favorevoli si sviluppano in bastoncelli lunghi e sottili, le cui manifestazioni vitali somigliano molto a quelle del *Bacillus anthracis*. Ponendo queste spore a contatto con una superficie denudata del corpo di un animale, si avrebbe subito la formazione di una membrana difterica.

Dall'altro lato il Curtis e il Satterthwaite hanno osservazioni e fatti dimostranti, che l'inoculazione delle membrane difteriche producono il medesimo effetto, ottenuto dall'iniezione della raschiatura della lingua umana, o di un liquido putrido qualunque.

Ne questo è tutto. Altre osservazioni ed altri fatti possono ancora riportarsi per dimostrare che gli autori si trovano ben discordi sulla forma del parassita, e che perciò l'ultima parola sulla natura della Difterite non è stata ancora detta.

Il Gaucher dichiara aver trovato nel sangue e nelle orine albuminose dei difterici un Micrococco, il quale venendo eliminato con le orine, spiegherebbe la presenza della nefrite albuminosa. Il Wood ed il Formard (1) hanno scoperto nelle false membrane e nel sangue, speciali Micrococchi che sono riusciti a coltivare. Questi autori però concludono che lo stesso Schizomiceto può vedersi in diverse affezioni della Faringe, ma che si moltiplica con maggior rapidità nella Difterite. Più diligenti sono gli studi del Talamon (2) il quale in otto casi di Difterite ha veduto un Micrococco speciale, che coltivato e inoculato avrebbe riprodotto negli animali *lesioni* difteriche. Il parassita del Talamon si presenta sotto forma di miceli e spore caratteristiche. I miceli son fatti da lunghi tubi tramezzati di distanza in distanza, di refrangenza speciale, generalmente molto trasparenti, e del diametro da $0^{mm},002$ a $0^{mm},005$. Posti in un ambiente nutritivo adatto, si allungano straordinariamente e si biforcano, in modo da rammentare la forma di una lira o di un diapason; mentre in altre condizioni mantengono l'aspetto di bastoncelli o diritti o a forme bizzarre, fra le quali predomina quella di una gruccia. I bastoncelli diritti hanno da $0^{mm},003$ a $0^{mm},004$ in diametro, con una lunghezza di $0^{mm},015$ a $0^{mm},040$. Le spore sono di due specie; spore rotonde

(1) *Wood et Formard.* De la nature du contage diphtérique (Gaz. hébdom. d. Med. et Chir. 1882).
(2) *Talamon.* Bullet. Soc. anatomique, 1881.

e ovali (*spore di germinazione*), e spore rettangolari che rappresentano l'ultimo sviluppo del fungo, e che il Talamon chiama *conidie.* Queste ultime caratterizzano la specie. Il parassita avrebbe una singolare resistenza, e si referiscono diversi fatti a prova di questa eccezionale vitalità (1). Sebbene gli esperimenti del Talamon offrano molte di quelle garanzie che può esigere un osservatore rigoroso, pure potrebbero domandarsi spiegazioni più esplicite, specialmente su ciò che riguarda le *lesioni* prodotte nelle inoculazioni artificiali, senza dire che per essere ammessi come indiscutibilmente veri, hanno bisogno di esser ripetuti e verificati anche da altri.

6. — Endocardite micotica.

Il Virchow chiamò difterica una Endocardite che si svolge nel decorso dei morbi infettivi e specialmente nell'infezione puerperale. Molti autori, fra i quali vanno citati il Maier, l'Ebert, il Koester, l'Eppinger, il Birch-Hirschfeld, il Weigert ed il Klebs, trovarono costante la presenza di Microfiti nelle valvole affette. Il Klebs anzi chiamò *monadistiche* l'Endocarditi septiche e reumatiche. Lo studio di questa affezione è stato fatto in Italia con molta diligenza dal Marchiafava (2), il quale vide non solo Micrococchi che dalla superficie della valvola mitrale penetravano nel tessuto in varie direzioni, ma li trovò anche in forma di colonie o cumuli, fra i muscoli e sotto la pelle, nei reni e più specialmente nelle piramidi, nella sostanza nervosa circostante a piccoli focolai emorragici del cervello, e nei vasi capillari dove formavano veri emboli micotici.

7. — Febbre Tifoidea.

Moltissime sono le osservazioni che si posseggono, allo scopo di provare la natura parassitaria di tutte le affezioni tifiche, ma bisogna dire che il più delle volte sono fra loro discordi o del tutto opposte, per le forme differenti di Schizomiceti posti innanzi come fermenti specifici di queste malattie. La Febbre tifoidea o Ileo-tifo, il Tifo esantematico, il Tifo bilioso o icteroide, il Tifo ricorrente, la Febbre tifoidea del cavallo, sono le affezioni di natura tifica più specialmente prese in esame da questo lato.

L' Hallier (3) trova nel Tifo famelico il Micrococco del *Rhizopus nigricans,* che vive sui frutti, sui legumi e forse nelle materie fecali, più raro del Micrococco del *Penicillium crustaceum* nel sangue dei malati d'Ileo-tifo, mentre il primo era più comune negli intestini.

Il Lemaire allargando la sua teoria sulle malattie infeziose anche alla Febbre tifoidea, afferma che questa trae origine da quei corpuscoli, dei quali

---

(1) Vedi *Bordier*. Géographie médicale. Paris, 1884, p. 281.

(2) *Marchiafava.* Di un caso di Endocardite micotica. (Att. R. Acc. Lincei, Roma, 1880).

——— Nuovo caso di Endocardite micotica. (R. Acc. Med. di Roma. 30 Maggio, 1880).

(3) *Hallier*. Die Parassiten der Infectionskrankeiten bei Menschen, Thieren und Pflanzen. (Naturforsch. Med. Land-und Forstwirthe etc. Leipzig, 1877).

trova i germi nel vapore condensato dell'aria delle caserme e degli spedali, ma contentandosi di questa affermazione, non specifica nemmeno di lontano di qual parassita si tratti.

La fruttificazione dei germi della Febbre tifoidea nelle materie fecali putrefatte, supposta ed affermata dal Budd in Inghilterra e dal Gueneau de Mussy in Francia, è stata una semplice induzione, forse ingegnosa ed anche plausibile, ma che per adesso manca da parte degli stessi autori di una dimostrazione diretta.

Numerose e svariate forme di Bacteri sono state incontrate a più riprese nel sangue dei tifosi, ma io mi contenterò di rammentarne le principali.

Il Tigri (1) ha pubblicato diverse note in proposito, annunziando prima in modo generale che nel sangue dell'uomo e in condizioni speciali di malattia, possono svilupparsi durante la vita degli *infusori* del genere *Bacterium*, e dimostrando quindi di aver trovato questi Bacteri nel sangue di un tifoso. Il Coze e Feltz (2) hanno pure cercato il parassita della Febbre tifoidea nell'uomo e nei conigli; e sebbene le osservazioni di questi autori non stabiliscano in modo abbastanza preciso la presenza di Bacteri nel sangue dell'uomo, pur tuttavia essi credono che il Bacterio trovato nella Tifoidea, sia il *Bacterium catenula*. Il Rechlinghausen trova che i Micrococchi segnalati come speciali all'Ileo-tifo, non differiscono da quelli della Pioemia. L'Ebert (3) nel 1872 vede questi medesimi Micrococchi in un ascesso del rene in un tifoso, ed il Sokoloff ed il Fischel li scoprono nella milza. Più tardi il Letzerich (4) toglie dalle dejezioni e dal sangue dei tifosi degli Sferobacteri e degli ammassi di plasma, che coltivati producono con grande rapidità colonie di Micrococchi, i quali iniettati sotto la pelle dei conigli o dati per bocca, avrebbero riprodotto in questi animali un vero Tifo addominale. Nel 1874 il Klein (5) trovò nelle placche del Peyer infiammate, nei linfatici e nelle vene dello intestino, dei corpuscoli riuniti in catena e in vere zooglee, che furono accettati dal Tyndall (6) come il contagio dell'Ileo-tifo, perchè il Microfito presentava una singolare analogia col *Crenothrix polyspora*, segnalato dal Cohn nelle acque di certi pozzi di Breslavia, città celebre per le epidemie di Ileo-tifo. Il Marié-Davy (7), senza risolvere la quistione del rapporto fra causa ed effetto, esaminando le polveri di alcuni quartieri di Parigi e della caserma Principe Eugenio, spiega il predominio della malattia in quei luoghi, con

---

(1) *Tigri.* Sulla presenza di infusori del genere Bacterium nel sangue umano. Siena, 1863.

—— Sopra un nuovo caso di Bacteri nel sangue di un uomo morto di Febbre tifoidea. Siena, 1863.

(2) *Coze et Feltz.* Recherches expérimentales sur la présence des infusoires et l'état du sang dans les maladies infectieuses. Strasbourg, 1866.

(3) *Ebert.* Virchow's Arch. Bd. 83. 1872.

(4) *Letzerich.* Studien über Typhus abdominalis. (Virchow's Arch. Bd. 68).

—— Experimentelle Untersuchungen über Typhus abdominalis. (Arch. f. exp. Path. u. Pharmacol. Bd. IX, p. 312, 1878).

(5) *Klein.* Tur feinern Pathologie der Abdominaltyphus. (Med. Centralbl. XII, 1874).

(6) *Tyndall.* La contagion et la putréfaction. (Rev. Scient. 1876. N.° 50).

(7) *Marié-Davy.* Note sur les poussieres organiques de l'air. (Comp. Rend. Acc. Sc. t. LXXXIII N.° 26, 1876).

l'abbondanza di Bacteri e di muffe osservati in quelle polveri, e particolarmente del *Coccochloris Brebissonii*, al quale concede speciale importanza.

Il Tizzoni (1) ha studiato con particolare diligenza la Febbre tifoidea a Catania. Egli aveva già constatato che l'acqua dei pozzi conteneva da quattro a nove milligrammi di materie organiche per ogni litro, e che fra queste si notavano degli ammassi di Micrococchi riuniti in zooglea. Iniettando sotto la pelle dei cani le materie sospese dell'acqua, avrebbe riprodotto i sintomi clinici e le alterazioni anatomiche della Febbre tifoidea, dal che conclude che la malattia deve essere ritenuta come una vera Schizomicosi, cioè una vera malattia parassitaria.

Il parassita della Febbre tifoidea che agli occhi del Rechlinghausen, dell'Ebert, del Letzerich, del Sokoloff e del Fischel, era apparso in forma di granuli o Micrococchi, per gli studi più recenti dell'Eppinger, del Klebs, del Marchiafava, del Mayer e del Friedländer dovrebbe invece dichiararsi un Bacillo.

Il Klebs (2) nel 1879 annunziò di aver trovato nella muccosa intestinale, nei gangli meseraici, nella laringe e nei polmoni dei tifosi, dei Bacilli in forma di bastoncelli lunghi fino a $0^{mm},050$ e larghi $0^{mm},0006$ (Tav. VII, fig. 4). Coltivati nella gelatina ed inoculati ad un coniglio, dopo due giorni l'uccisero. Alla autopsia si trovarono nell'intestino numerosi Bacilli; le placche del Peyer erano gonfie, ed il processo vermicolare ulcerato. Il Klebs fa osservare che i Bacilli non potevano essere attribuiti ad un processo putrefattivo, perchè mancavano nelle autopsie fatte dopo due giorni. Ad onta di questo, le osservazioni del Klebs non sono al coperto dalle obiezioni, inquantochè lo stato morboso provocato con le inoculazioni artificiali, non somiglia che molto di lontano alla Febbre tifoidea.

Il Microfito indicato dal Klebs può, secondo l'autore, raggiungere il suo pieno sviluppo tanto nel sangue che nella linfa, quanto nell'interno dei tessuti. Esso mostra un protoplasma che dopo essere stato colorato col violetto di metile, lascia scorgere degli spazi rotondi, ellittici che non si colorano, e che potrebbero essere le spore (Friedländer, Tommasi, Marchiafava). La possibilità che il Bacillo possa essere sporigeno, spiegherebbe come le sue spore possano forse essere state prese erroneamente da alcuni osservatori per granuli di Micrococco.

Il Bacillo della Febbre tifoidea ha il suo centro di produzione endogena nell'organismo, ed il Tizzoni crede aver dimostrato che qualunque sia la strada per cui il parassita entra nell'organismo, esso va a nidificare in primo luogo negli apparecchi linfatici dello intestino, e di là, dopo aver formato delle colonie nelle glandole linfatiche del mesenterio, può invadere l'intiero organismo per mezzo del sistema circolatorio.

---

(1) *Tizzoni*. Studi ed esperimenti sulla genesi del Tifo dell'acqua potabile. (Nota preventiva. Roma, 1879).

—— Studi di patologia sperimentale sulla genesi e sulla natura del Tifo addominale. Milano, 1880.

(2) *Klebs*. Arch. f. exp. Path. etc. 1879.

Quantunque gli autori dei quali abbiamo riportato le osservazioni, tendano con ogni sforzo possibile a provare che la Febbre tifoidea è determinata dalla invasione e dalla moltiplicazione di alcuni Schizomiceti, tuttavia di fronte alle contradizioni ed alla molteplicità dei parassiti sospettati, non si può fare a meno di accettare le conclusioni dei diversi autori che con molta riserva, e di domandare nuove e più concludenti prove. Nulla per adesso autorizza a dire che i diversi concetti esposti non si avvicinino alla verità; ma nulla del pari autorizza a concludere quale sia indiscutibilmente il vero. Fra mezzo alla infinita varietà di condizioni in cui si ritrovano forme svariatissime di Bacteri, annunziar la presenza di questi corpuscoli in un mezzo da cui sembra uscire una malattia infeziosa, senza curarsi poi di dimostrare il rapporto preciso ed esclusivo fra il parassita sospetto e la malattia, è fuori di ogni procedimento compatibile con l'indirizzo strettamente sperimentale delle scienze biologiche.

La scoperta, d'altronde molto interessante, di Micrococchi o di Bacilli nel sangue e nei tessuti dei tifosi, non dimostra che imperfettamente, o non dimostra affatto l'ufficio patogenico di tali organismi. Certo a nessun patologo potrà sembrar giusta la conclusione di taluni sperimentatori che identificano la Febbre tifoidea alla Septicoemia, per il solo fatto che il sangue septico uccide i conigli, e quello tifico produce il medesimo effetto.

8. — Tifo esantematico.

Il fermento figurato del Tifo esantematimo è ancora da scoprirsi; secondo l'Hallier sarebbe il *Rhizopus nigricans Ehrenbergii.*

9. — Tifo ricorrente.

Sembra che questa malattia debba la sua origine ad una Bacteriacea del genere *Spirochæte,* che il Cohn ha chiamato *Spirochæte Obermeieri,* in onore dell'Obermeier (1) che la scoperse nel 1873. La *Spirochæte Obermeieri* studiata dal Weichert, dall'Engel (2), dal Birch-Hirschfeld, dal Carter (3) e soprattutto dall'Heidenreich (4), si presenta in forma di filamenti contorti a spira, con struttura omogenea, che si muovono con grande vivacità nel plasma sanguigno durante gli accessi febbrili della malattia. (Tav. VII, fig. 5). Il Gutmann ha potuto vedere questo Schizomiceto ancora intatto nel sangue dopo trentasei ore dalla morte, ed il Koch lo ha perfino riconosciuto nell' interno dei visceri già induriti dall'alcool.

---

(1) *Obermeier.* Vorkommen feisten eine eigenbewegung zeigender Fäder im Blute von Recurrentkranker. (Centralblat f. med. Wissensch. 1873).

(2) *Engel.* Berlin. klin. Wochensch. 1873.

(3) *Carter.* Notes on the Spirillum Fever of Bombay. (Lancet, 1878).

—— Contribution to the sperimental Patology of Spirillum Fever. (Med. Chir. Transact. 1880).

(4) *Heidenreich.* Ueber den Parassiten der Ruchfallstyphus. Berlin, 1877.

Il Carter (1), e più tardi il Koch, sono riusciti a produrre i fenomeni del Tifo ricorrente anche nelle scimmie con le iniezioni del sangue infetto.

Non sembra che l'Obermeier abbia cercato di rintracciare l'origine di questo parassita, e lo stesso Litten, che lo ha come tanti altri constatato nel sangue, crede di poter solo affermare che non proviene nè dalle acque, nè dal suolo. La Febbre ricorrente è accompagnata sempre dalla presenza nel sangue degli Spirobacteri che appariscono ad ogni aumento di temperatura, scompaiono poco prima della crisi, e mancano nella apiressia. Sembra che la vita delle diverse generazioni del parassita sia breve, perchè nei vari parossismi, ed anche talvolta nello stesso accesso, il loro numero è assai variabile (Heidenreich). Sebbene non si abbiano inoculazioni dirette della Spirochaete allo stato di purezza, e non sia stato iniettato che il sangue dei malati, pur tuttavia sembra probabile che il parassita sia la vera causa del Tifo ricorrente, perchè la malattia non vien comunicata che col sangue, e non con altri liquidi, e più precisamente col sangue durante il parossismo, cioè col solo liquido che contiene il Microfito e solo in quel momento in cui vi si trova. La scoperta della *Spirochœte Obermeieri,* dice il Conheim, è uno dei fatti più importanti nella storia del parassitismo. Le sue forme caratteristiche lo fanno distinguere da qualunque altro genere di Schizofiti, ed è il solo che possa essere diagnosticato sicuramente basandosi sul criterio dei caratteri morfologici. Le Spirochaete sembrano debbano essere per il Tifo ricorrente, ciò che per il Carbonchio sono i Bacilli. Resta però da lamentare che manchi la prova delle culture artificiali, e la inoculazione diretta del parassita.

10. — Febbre Tifoidea del Cavallo.

Questa malattia che porta diversi nomi, che si presenta ora grave ora leggera, ora breve ed ora di lunga durata, non è per anco ben definita. Diversi autori vi avrebbero scoperto la presenza di Bacteri, e a tal proposito debbono citarsi gli studi del Signol, del Megnin e del Davaine.

Il Signol (2) fino dal 1863 annunziava aver trovato dei Bacteri nei cavalli attaccati da questo male, e di averli veduti nel sangue tanto dopo la morte, quanto durante la vita. Più tardi il Megnin (3) trovava questi medesimi Bacteri nei casi più gravi della malattia. Quantunque tanto il Signol che il Megnin avessero inoculato con risultato il sangue malato, l'uno nel montone, l'altro nel cavallo, pur tuttavia i fatti referiti mancavano di precisione. Fu allora che il Davaine (4), insieme al veterinario Dupuis, intraprese qualche esperienza in proposito, avendo agio di studiare la malattia in tre casi, uno leggero e due mortali. Nel caso leggero ed in uno dei mortali, il sangue *non conteneva* microrganismo alcuno, e inoculato nei porcellini d'India, non pro-

(1) *Carter.* Transactions of the internat. med. Congress. 7th Sess. London. Vol. I, p. 334.
(2) *Signol.* Présence des Bactéries dans le sang. (Compt. Rend. Ac. Sc. 1863. t. LVII, p. 348).
(3) *Megnin.* Sur l'affection typhoide du cheval. (Compt. Rend. Ac. Sc. 1866. t. LXII, p. 1005).
(4) *Davaine.* Articolo *Bactéries* (Dict. éncycl. d. Sc. Medicales, pag. 37).

dusse effetto sensibile. Nel terzo caso il sangue conteneva Bacteri, e fu inoculato ad un porcellino d'India che morì il giorno dopo, mostrando nel sangue Bacteri che somigliavano a quelli del Carbonchio. Il Davaine spiega questi resultati contradittori con l'ammettere che i casi gravi di Febbre tifoidea, nei quali esistono Bacteri nel sangue, non hanno la medesima natura di quelli dove i Bacteri mancano, e che probabilmente si confondono sotto il medesimo nome malattie d'indole ben diverse.

Senza fermarmi a dimostrare che le conclusioni del Davaine sono tutt'altro che strettamente rigorose, potendosi obiettare che egli a torto giudica differente la malattia dei due casi mortali, solo perchè nell'un caso trovò Bacteri e nell'altro no, mentre i fenomeni clinici ed il loro esito li facevano ritenere identici, mi limiterò a fare osservare che tanto gli esperimenti del Signol e del Megnin, quanto quelli del Davaine non portano alcun argomento valido alla teoria del contagio vivo, non solo perchè i fatti appariscono fra loro in contradizione, ma perchè più di tutto manca la prova della specificità del fermento inoculato allo stato di purezza, o separato da qualunque altra materia a cui potesse attribuirsi un' azione virulenta. Gli sperimentatori hanno tutti, e sempre, inoculato semplicemente il sangue degli animali morti, non mai il parassita isolato.

11. — Colera.

Era naturale che il Colera, uno dei tipi delle malattie infeziose, fosse già da vario tempo sospettato di natura parassitaria e si cercasse con ogni studio di dimostrarlo tale. Ora le condizioni volute per dichiarare una malattia parassitaria, l'abbiamo noi nel Colera intiere e senza eccezione?

L'idea che il Colera potesse essere una malattia originata da un contagio vivo, non è concetto esclusivo di questi ultimi anni. Molti autori italiani l'asseveravano con pieno convincimento, ma gratuitamente, non essendovi ancora fatti sperimentali per provarlo. Il Moreau de Jonnés fino dal 1831 nella sua Relazione al Consiglio Superiore di Sanità, diceva che sarebbero da sperarsi notizie importanti, se le parti sede della malattia, venissero sottoposte a prove chimiche e microscopiche; ed il Von Gielt in Germania, sempre nel 1831, esprimeva l'opinione che il Colera dipendesse da un contagio di natura vegetale. In molti trattati di Patologia, pubblicati nella prima metà del secolo, si accenna a questa possibilità, ed il Canstatt nel suo libro di Medicina clinica, stampato nel 1843, scriveva che da taluni era già ammesso nel Colera un contagio animato. Però i primi tentativi per dimostrare sperimentalmente la natura parassitaria del Colera, non risalgono al di là del 1849.

Tutti gli autori antichi e moderni trovandosi d'accordo nell'ammettere che il potere contagioso del Colera risieda nelle feccie, e che da queste ne esca per trasmettere la malattia, era naturale che tutte le investigazioni per trovare il parassita sospettato, prendessero più particolarmente di mira le intestina e le dejezioni.

Nel 1849 il Parkes annunziava di aver trovato nelle feccie dei colerosi *corpuscoli* e *granuli* in grandissima quantità; ma non forniva indicazioni più precise che potessero fare emettere un giudizio sulla forma, sulla natura e sull'ufficio di tali granulazioni. Sempre nel 1849 il Pouchet (1) aveva segnalato nelle dejezioni dei colerosi la presenza di un Vibrione, il *Vibrio rugula*, confermata dipoi dal Rainey e dall'Hassal nel 1854. Però il Rainey (2) dimostrava nel medesimo tempo che quel Vibrione poteva trovarsi anche nelle feccie d'individui morti per altre malattie; e l'Hassal (3), dopo molti esperimenti, concludeva che tali Vibrioni erano molto diffusi in natura, e se il loro numero straordinario nelle feccie dei colerosi poteva avere qualche influenza sulla comparsa e sull'aggravarsi dei sintomi, non credeva però dover loro attribuire l'origine della malattia. A proposito delle conclusioni dell'Hassal qualcuno ha fatto l'osservazione, non so quanto giustificata, che i Vibrioni delle materie riziformi, possono essere di un'altra specie di quelli che l'Hassal trovava così frequenti da per tutto, sebbene nella forma non presentino differenze apprezzabili.

Durante l'epidemia colerica che nel 1849 infierì in Inghilterra, lo Swagne (4), il Brittan e il Budd (5) segnalarono « delle numerose cellule anulari, che si trovavano tanto nelle dejezioni dei colerosi, quanto nell'aria delle infermerie dei lazzeretti ». Il Baly, il Sull (6) e il Dundas Thompson in Inghilterra, ed il Robin in Francia contestarono le osservazioni di quelli sperimentatori, mentre più tardi, nel 1853, il Rayer scopriva nelle feccie dei colerosi un numero considerevole di Cercomonadi, dando a questi infusori più importanza di quella che si meritavano.

Il nostro Pacini in una sua Memoria letta nel 1854 alla Società Medico-fisica Fiorentina (7), rendeva conto di alcune indagini microscopiche da lui praticate sulle intestina, sulle feccie e sui vomiti dei colerosi; e dai fatti osservati concludeva, che *il distacco dell' epitelio* della muccosa intestinale era un fatto costante, che costituiva *la prima e principale condizione patologica* del Colera; che questo distacco e le altre alterazioni della muccosa erano di tal natura, da non potersi attribuire che ad una *causa meccanica*, e che questa causa non era altro i *Vibrioni* da lui trovati a milioni nelle intestina. La particolare azione esercitata da questi Vibrioni, o *contagio organizzato*, era abbastanza chiarita dal *carattere traumatico* da lui scoperto nelle lesioni

---

(1) *Pouchet*. Infusoires microscopiques dans les dejections alvines des choleriques. (Compt. Rend. Ac. Sc. 23 Avril, 1849).

(2) *Rainey*. General Board of Health; App. to Rep. ot the Comm. for scientif. Inquir, in Relation to the Cholera Epidemie of 1854. London, 1855. p. 137.

(3) *Hassal. A. Hill*. Report on the Examination of certain Atmospherer during the Epidemie of Cholera, by. D. Thompson. p. 119. 1885.

—— Report on the microscopical Examination of the Blood and Excretion of Cholera Patients, p, 289. 1885.

(4) *Swagne*. Lancet. 1849.

(5) *Brittan* e *Budd*. London Med. Gaz., 1849.

(6) *Baly* e *Sull*. Lancet, 1849.

(7) *Pacini*. Osservazioni microscopiche e deduzioni patologiche sul Colera asiatico. (Gazz. Med. Ital. Anno VI, serie II, N.° 50-51. 1854).

intestinali, e dalle *circostanze* che accompagnavano il distacco dell'epitelio. Come si vede in questa prima Memoria il Pacini si contenta di accennare col nome generale di Vibrioni, quei Microrganismi da lui trovati in tanta quantità nelle intestina, ma non si ferma a descrivere alcun carattere morfologico di questi esseri, che chiama contagio organizzato.

Più esplicito però fu il Pacini, tanto su quello che si riferiva ai caratteri del Microrganismo da lui scoperto, quanto sull'ufficio che esso poteva avere nella genesi del Colera, nelle Memorie successive, e specialmente in quella che le riassumeva tutte, pubblicata nel 1880 (1). In quest'ultimo lavoro il Pacini conclude che « *la lesione epiteliale* non è operata che da un *organismo* semplicissimo e di estrema tenuità, e che io appellerò *Microbio* con termine generico e moderno, e specialmente *Microbio colerigeno;* il quale di *forma granulare o molecolare, ha la grossezza di circa un millesimo di millimetro* (2). »

Come si vede il Pacini indica nettamente la forma del suo Microbio, e qualificandolo col nome di colerigeno afferma il suo ufficio nella origine del processo morboso; ma quasi temesse che la sua idea da questo lato, potesse essere fraintesa e interpretata a favore delle moderne dottrine dei fermenti figurati, si affretta a soggiungere: « Noi possiamo con molto fondamento ritenere che il Microbio colerigeno è un contagio animale, il quale però limita la sua azione distruttiva alle parti le più superficiali della muccosa enterica, principiando dal suo epitelio, come la *rogna* limita la sua azione alla superficie della pelle; *senza produrre* nè l'uno nè l'altro *alcuna infezione del sangue* (3). »

Nel medesimo anno che il Pacini rendeva pubbliche le sue prime osservazioni, cioè nel 1854, un medico romano, il dottor S. Cadet, eseguendo con mezzi molto imperfetti alcune osservazioni microscopiche sulle feccie di pochi colerosi, vi scopriva delle *forme organizzate,* che disegnava diligentemente in alcune Tavole. Questi disegni, insieme ad alcune preparazioni microscopiche, furono presentati all'Accademia delle Scienze di Parigi nella seduta del 13 Novembre 1854 (4). Il Cadet vide, o credette vedere, come egli stesso disse alla presenza dell'Accademia dei Lincei, nelle forme organiche da lui scoperte un *fungo,* un *micelio,* e ritenne questo micelio come la causa efficente del Colera; ma però più tardi si determinò a renunziare a ciò che egli modestamente chiamava la sua *ipotesi,* quando parve che per gli studi di altri Micologi, il parassita del Colera dovesse piuttosto essere dichiarato un *vibrionide.*

Il Klob (5) nel 1857 annunziava di aver trovato negli intestini di un uomo morto di Colera, dei corpuscoli rotondi e leggermente allungati, provvisti di un rapido movimento, che secondo lui eran forme di una specie di

(1) *Pacini.* Del processo morboso del Colera asiatico. Firenze, 1880.
(2) Ibidem, p. 21.
(3) Ibidem. p. 23.
(4) Compt. Rend. Ac. Sc., t. XXXIX, p. 629, 849, 974 e t. XLII, p. 210.
(5) *Klob.* Studien über das Wesen des Cholera Processes. Leipzig, 1867.

fungo, concordanti con la *Zooglœa* del Cohn e col *Bacterium termo* del Dujardin, ed i cui corpuscoli sferici e mobili rappresentavano le spore migratrici (*Schwärmsporen*). Però il Klob, mentre confessa di aver trovato il medesimo parassita nella diarrea e nella dissenteria, ed anche in individui sani, crede che esso abbia uno stretto legame col Colera. Le osservazioni del Klob erano confermate dal Bary, che aggiungeva « essere il Microfito *raro* nelle feccie recenti dei colerosi ed anche dei diarroici, ma che vi diventava *abbondantissimo* dopo 24 ore. »

Più disgraziato fu il Thomé, perchè mentre s'imbatteva nel medesimo Microfito del Klob, ne trovava un secondo da lui battezzato col nome pomposo di *Cylindrotœnium Cholerœ asiaticœ*, che poi il Bary dimostrò non essere altro che una volgare muffa, l'*Oidium lactis!* E più disgraziato che mai fu un altro osservatore, che nel medesimo anno scopriva un *Cholera-phytum*, che il Leuchart riconobbe per uova di Ascaridi!

Verso la medesima epoca (1867) l'Hallier (1) annunziava di avere scoperto il fungo del Colera. I lavori dell'Hallier e le conclusioni a cui giungeva erano di tal natura, da dovere immaginare, per sostenerli, tutto un sistema nuovo di micologia. Giammai la teoria del polimorfismo nelle specie vegetali inferiori, era stata proclamata con tanta larghezza e con tanto ardire. L'Hallier aveva incominciato dal constatare nelle feccie antiche dei colerosi la presenza di corpuscoli sferici o allungati, perfettamente simili a quelli del Klob. Questi corpuscoli egli chiamò *Micrococcus,* intendendo con tal nome designare la fase di sviluppo (*Morphen*) dei diversi funghi, *Mucor, Penicillium,* che d'altronde ritenne come modalità vegetative (*Generationen*) di una sola e stessa specie di fungo. Egli faceva derivare il micrococcus da spore tipiche, che si risolvevano in corpuscoli per segmentazione del loro protoplasma, con rammollimento e rottura della membrana cellulare. Posti in certe determinate condizioni i micrococcus si sviluppavano alla loro volta in spore, in allineamenti di spore, e in funghi perfetti. Nelle materie esaminate, l'Hallier trovava ancora delle spore caratteristiche di funghi e delle vessicule sferiche, che egli chiamò *cisti,* ripiene di corpuscoli brillanti, giallastri, che secondo lui non erano altro che spore. Le culture eseguite sullo zucchero, su la salda di amido e su la carne, dettero dopo un certo tempo la moltiplicazione di questi stessi elementi, ed una serie di funghi perfetti: *Oidium, Mucor, Penicillium, Tilletia,* fra i quali però eran sempre visibili le cisti colle loro spore. Da tutto questo l'autore conclude che le spore poste in libertà dalle cisti, si sviluppano in cellule di micrococcus; che quindi i micrococcus si isolano, si moltiplicano e si organizzano in *Torule,* e definitivamente in funghi perfetti, fra i quali morfologicamente si comprenderebbero gli *Urocystis,* formando una sola e medesima specie coi *Penicillium, Mucor, Tilletia, Achlya.*

Le condizioni di temperatura necessarie allo sviluppo di queste cisti, secondo l'Hallier, non si realizzano nei nostri climi, ma sono possibili in-

(1) *Hallier.* Das Cholera Contagium. Botanische Untersuchungen. Leipzig, 1867.

vece nell'India, la patria del Colera, dove l'Urocystis cresce sulle Graminacee. Perchè dunque la pianta madre del veleno colerico non potrebbe essere una ruggine parassitaria del riso, tanto più che l'esplosione dell'epidemia si vede coincidere con le cattive raccolte? In seguito a questa supposizione, l'Hallier seminò del riso e l'innaffiò con delle dejezioni coleriche. Nei giovani fusti della pianta si sviluppò un micelio, che mancava nelle piante non innaffiate. Più tardi il micelio dette nelle foglie una fruttificazione di spore, colle quali l'Hallier potè fare l'allevamento delle generazioni di Penicillium, di Mucor, e della forma di micrococco.

Con questa strana teoria di metamorfismo e di polimorfismo l'Hallier spiega in che modo i liquidi colerici abbiano bisogno di 5 o 6 giorni per riuscire attivi, e fa vedere che in questo caso, trattandosi di un fermento in via di evoluzione e che compie un certo numero di metamorfosi, i diversi autori si sieno trovati di fronte a forme diverse. Le forme adulte dei microrganismi che si trovano nelle feccie coleriche non potrebbero dunque propagare direttamente il Colera; ma questo ufficio appartiene, secondo l'Hallier, alle spore emesse dagli individui adulti o ai *micrococcus,* come egli dice, cioè, non già ai corpuscoli mobili che precedono il Penicillium, ma sibbene a quei corpuscoli immobili, giallastri che emanano dalle spore, e che per lui sono i veri agenti distruttori del Colera.

Ben disse il Bary che la teoria dell' Hallier ha tutto l'aspetto di un romanzo, rivestito di apparenze scientifiche. Nè questo distinto Micologo si contentò di combattere l'Hallier nel campo delle ipotesi e della teoria, ma dimostrò che le famose cisti sulle quali riposavano le forme nuove, o la generazione *Urocystis Orizæ seu Choleræ,* non erano altro che fruttificazioni di una muffa comunissima, *Mucor,* e che le sferule giallastre eran gocciette di grasso. I corpuscoli o micrococcus dell' Hallier, trovati anche da diversi autori, erano forse con molta probabilità il *Monas crepusculum,* accompagnato da forme a bastoncello, come è dato frequentemente vedere nelle sostanze organiche in via di putrefazione.

Non appena l'Hallier ebbe pubblicato le sue scoperte, il nostro Cadet, che abbiam di sopra rammentato, nella supposizione che il micromiceto da lui scoperto nelle feccie dei colerosi fino dal 1854, potesse essere identico a quello descritto dall' Hallier, fece vedere i suoi disegni ai più distinti botanici di Roma, domandando se nelle forme da lui disegnate, ve ne fossero di quelle da referirsi all' *Urocystis* dell'Hallier; ma si ebbe in risposta che nessuna si rassomigliava, ma che bensì rappresentavano fasi e periodi di un *fungo speciale.* Il Cadet indirizzò allora una prima comunicazione all'Accademia dei Lincei (1), nella quale concludeva « che se dietro le scoperte dell'Hallier, una varietà, o meglio un'altra specie dell'*Urocystis occulta,* è proprio la causa del Colera, e se fra le forme di essa e quelle da lui rappresentate, vi fosse identità di forme, ne risulterebbe che da noi era stata veduta fino

(1) Atti Acc. Lincei, t. XXI, p. 47, 1868.

dal 1854, il che non toglierebbe nulla al pregio intrinseco delle esperienze dell' Hallier. »

In una seconda comunicazione, fatta pure all'Accademia dei Lincei nello stesso anno (1), il Cadet ritorna a parlare del suo *micelio* generatore del Colera, del suo modo di germogliare, di crescere e di fruttificare, ed aggiunge che i *funghi da lui veduti sono due;* l' uno a *filamenti*, che sarebbe il vero produttore del Colera; l'altro di forma diversa, che si impianta su gli angoli formati dai filamenti, e che per lui non rappresenterebbe che un *fungo parassita.*

A tutti questi studi, si possono aggiungere, perchè non privi di importanza, quelli del Douglas Cunnigham (2) al quale si deve uno dei più diligenti lavori sui corpuscoli organizzati dell' aria, ed ingegnosi metodi per raccoglierli. Il Cunningham, in seguito ai suoi esperimenti su l'aria di Calcutta, dichiara francamente che non può stabilire un legame fra il numero e la qualità dei corpuscoli viventi dell'aria, e la mortalità per Colera e dissenteria. Nello stesso modo il Woodworth nella sua Relazione sull'epidemia colerica negli Stati Uniti del 1873, mentre constata che il tempo del potere morbifico del veleno colerico (che dura tre giorni nel mezzo che ha ricevuto le feccie dei malati) è caratterizzato dalla presenza dei Bacteri, che appariscono quando il periodo d' incubazione è terminato, e spariscono col cessare del periodo di attività infeziosa, aggiunge poi che per tal fatto non bisogna concludere che questi Bacteri costituiscano il veleno colerico, perocchè non differiscono da quelle specie che si trovano in moltissimi altri liquidi.

Molti dei parassiti fino ad ora rammentati, sia commisti ai liquidi che li contenevano, sia allo stato di maggiore purezza, furono provati inoculandoli nel sangue o facendoli ingerire ad animali, ma senza resultato alcuno. Gli esperimenti del Guyon, del Namias, del Magendie e del Meyer sono rimasti assolutamente infecondi. Il solo Thienk di Monaco avrebbe ottenuto qualche risultato iniettando i liquidi intestinali dei colerosi, non già allo stato recente, ma dopo parecchi giorni che erano stati rigettati dai malati. Però siccome gli esperimenti del Thienk furono eseguiti adoperando liquidi di composizione estremamente complessa, non hanno alcun valore per affermare che la malattia sia dovuta a quei Microrganismi che si trovavano nelle materie iniettate, e non ad altro. Nè valgono molto, pel modo con cui furon condotti, gli esperimenti del Legros e dell'Onimus, tendenti a dimostrare che i liquidi che contengono le forme adulte del Microfito scoperto dall'Hallier, emettono nell'aria i germi e le forme embrionali del potere contagioso; perocchè nel raccogliere, come essi facevano, il vapore acquoso condensato nelle infermerie dei colerosi, e che secondo loro doveva contenere le supposte forme embrionali, e con l' iniettarlo nelle vene di un cane producendovi i sintomi del Colera, non si ponevano al coperto della obiezione che il liquido in tal modo condensato, non avesse raccolto dall'atmosfera viziata tutto quello

(1) Atti Acc. Lincei, t. XXI, p. 175, 1868.
(2) *Cunningham D.* Microscopic examination of the air. Calcutta, 1873.

che vi era di sospeso, o contenuto anche allo stato di gas o di emanazione. Adoperando per l'esperimento un liquido così complesso, non poteva dirsi a quali delle materie in esso contenute o viventi o morte, o solide o gassose fossero da attribuirsi gli effetti osservati.

Le cose stavano a questo punto, e come si vede tutte le teorie proposte non reggevano ad una rigososa critica, quando ultimamente il Koch di Berlino, che aveva studiato il Colera nell'India, nell'Egitto e nella recentistissima epidemia di Tolone e Marsilia (1884), annunziava di avere scoperto il Microbio colerigeno. La conosciuta abilità del Koch in tal genere d'indagini, la sua incontestabile diligenza nell'osservare, e l'abituale temperanza nel concludere, hanno giustamente fermato l'attenzione degli studiosi sull'importanza che può avere tale scoperta.

Il parassita trovato dal Koch prende sede ed esercita la sua azione sull'intestino. Ha forma bacillare ricurva e per il suo aspetto l'autore lo chiama Bacillo a virgola (*Kommabacillus*). Più corto di quello della Tubercolosi ($^1/_2$ a $^1/_3$ di questo) è più grosso, e si ripiega in modo da somigliare ad una virgola (Tav. VII, fig. 6). Talvolta la piegatura è più accentuata, ed il Bacillo prende allora la forma di un semicerchio; tal'altra la flessione si raddoppia, ma si fa in senso contrario, ed allora si ha la figura di una S. Nelle culture poi la tendenza del Microfito a cambiar forma si accusa in modo straordinario, e si vedono talvolta lunghi filamenti avvolti a spirale, in modo da rassomigliare perfettamente agli Spirilli della Febbre ricorrente. Da ciò il Koch emette la supposizione chè i Bacilli a virgola non sieno veri Bacilli, e che se non sono Spirilli, possano rappresentare una forma intermedia fra questi e quelli, e forse anche essere frammenti di Spirilli.

Non starò qui a descrivere tutti i resultati ottenuti dal Koch nello studio di questo Bacillo, tanto più che sono largamente noti a tutti, e ch'io stesso ne ho dato un riassunto nel mio lavoro sulla Teoria dei germi nel Colera (1).

Ad onta che il Koch, dopo quello che ha osservato, concluda che esiste un legame immediato fra il processo coleroso e il Bacillo a virgola, e che per conseguenza non è possibile secondo lui altro concetto se non quello che il Bacillo sia la causa del Colera, pure bisogna convenire che non tutti i fatti che egli invoca ad appoggio della sua tesi sono a lui favorevoli, e che la loro interpretazione non è sempre giusta.

I tentativi eseguiti dal Koch per riprodurre la malattia inoculando il Bacillo in diversi animali (scimmie, cani, polli), hanno sempre abortito. In tal modo fa completamente difetto uno dei criteri, che i partigiani della nuova dottrina tengono più in conto, perchè sovra a tutti dimostrativo, cioè la prova della specificità patogena del parassita, desunta dalla sua inoculazione nell'organismo animale. È questa una grave lacuna che deve lamentarsi nei risultati avuti dal Koch, tanto più che a detta degli stessi parassitisti, non potendo contare sul criterio morfologico, la prova della specificità biologica

(1) *Roster G.* La teoria dei germi nel Colera. (Lo Sperimentale, Ottobre 1884, p. 439.

è l'unica nello stato attuale della scienza che possa utilmente sostituirla. Nè a diminuire l'importanza di tali insuccessi, vale gran cosa a mio parere l'argomento portato dal Koch, che cioè nel Bengala, dove il Colera è endemico, non si hanno osservazioni le quali dimostrino che gli animali vanno incontro al Colera, e perciò potrebbe supporsi che il Bacillo ad essi inoculato rimase indifferente, perchè refrattari a contrarre la malattia. Ma ammesso anche che l'inoculazioni negli animali dovessero restare sterili, non è ragione per supporre che nell'uomo debba appunto succedere il contrario, quando non si hanno nè si possono avere fatti sperimentali che lo dimostrino. Non so quanta veridicità si possa accordare ai fatti riferiti dal Sander, ma secondo questo autore alcuni uomini si sarebbero sottoposti alla ingestione delle materie escrementizie dei colerosi, senza provare accidenti di sorta (1).

Per ammettere l'assoluta natura parassitaria di una malattia non basta, come dice il Koch, *contentarsi di verificare la presenza costante di un dato Bacterio, e la sua mancanza in altre infermità.* La presenza costante di un tale Bacterio in una data malattia e il non trovarlo in altre, può stare semplicemente a rappresentare che il processo morboso, da lui affatto indipendente, ha preparato il terreno favorevole al suo sviluppo ed alla sua moltiplicazione; terreno che non si trova uguale in altri stati morbosi, offrano pure con l'altro particolare analogia di sede. Noi sappiamo quanto ben piccole differenze nella composizione chimica, ed anche nello stato fisico di un liquido, sieno bastevoli per determinare o impedire la evoluzione di un medesimo Bacterio. Il trovare costante una data forma in un liquido o in un tessuto, nulla dice che ad essa debba attribuirsi l'alterazione del liquido o del tessuto. Quel Bacterio può essere effetto anzichè causa, e la sua costanza può derivare dalle condizioni speciali del terreno su cui ha impreso a vegetare, come la sua mancanza in altri stati simiglianti, ma non identici, del liquido o dell'organo, può stare a rappresentare l'assenza di quelle condizioni speciali che sono indispensabili alla sua vita. Tanto son vere queste osservazioni, che non reputandosi bastevole il criterio della presenza costante del parassita, s'invoca come prova più sicura e decisiva quella della trasmissibilità artificiale per mezzo delle inoculazioni del parassita *allo stato di purezza,* e l'altra, che quasi sempre fa difetto, dei caratteri morfologici che possono far distinguere il parassita dai suoi congeneri, ma ai quali però manca la proprietà virulenta.

Sebbene le forme del Bacillo scoperto dal Koch sieno abbastanza singolari, da farlo distinguere dalla maggior parte degli Schizofiti conosciuti, ed il Koch assicuri che tanto egli, quanto vari illustri Micologi a cui ha mostrato i suoi preparati, non hanno veduto mai forme di Schizofiti simili a quelli a virgola, pure sembra esservi il caso in cui questo Bacillo possa venir confuso con qualche altro, che abbia con lui certa rassomiglianza. Lo stesso Koch parla di un Bacterio da lui trovato nelle acque prossime a Calcutta,

(1) Vedi *Arnould.* Nouveaux éléments d'Hygiène. Paris, 1881, p. 550.

molto simile a quello a virgola, ma più grosso e che se ne distingueva per non fluidificare la gelatina; e in altro luogo accennando alla molteplicità di forme che può assumere il suo Bacillo, dice che talvolta *prende la forma di lunghi filamenti, non diritti ma a spirale, in modo da rassomigliare, tanto da ingannarsi, agli Spirilli della Febbre ricorrente;* la qual cosa anzi fa a lui supporre che i Bacilli a virgola non sieno veri Bacilli, ma forme di passaggio fra questi e gli Spirilli, e forse anche frammenti di veri Spirilli. In questo modo il criterio morfologico, che tanto potrebbe concorrere alla dimostrazione, non è affatto al riparo dalle obiezioni, nè si può invocare come prova assoluta, per rimpiazzare e vincere in valore tutte le altre che si richiedono.

Se il Koch, dichiara di avere *costantemente* trovato il Bacillo a virgola nei cento casi di Colera che fornirono materia alle sue osservazioni, non così però conclusero lo Strauss ed il Roux, che dichiararono in faccia all'Accademia di Medicina di Parigi (1) di non aver trovato i Bacilli a virgola nella mucosa intestinale, e di averli invece veduti molte volte, ma non sempre perchè cinque volte mancarono, nelle feccie. L'assenza in alcuni casi del Bacillo a virgola, fa concludere lo Strauss (2) a nome anche degli altri Membri della Commissione, che il Microfito aveva invaso l'intestino *secondariamente,* perchè se fra il parassita e il Colera vi fosse una relazione di causa ad effetto, non dovrebbe mai far difetto. Fu principalmente nei casi di Colera acutissimo o fulminante, che la Commissione francese non riuscì a scoprir traccia del Bacillo, il quale, se avesse indotto l'alterazione primitiva e caratteristica della muccosa intestinale, doveva appunto in questi casi trovarsi anche più abbondante. Se non che sembra che lo Strauss ed il Roux abbiano modificato consecutivamente le loro conclusioni, riconoscendo che se non trovarono sempre il Bacillo, fu per aver trascurato di uniformarsi strettamente ai metodi d'indagine additati dal Koch. Il Prof. Grassi, che insieme al Dott. Ferrario (3) faceva parte della Missione scientifica italiana per lo studio del Colera, attribuisce appunto gl'insuccessi della Commissione francese alle trascurate precauzioni nella tecnica microscopica; ed a conferma di questo, rammenta i molti *casi positivi* incontrati dalla stessa Commissione, quando ebbe usato il metodo d'indagine del Koch. Gli stessi Reichs e Nicati che studiarono il Colera a Marsiglia, avrebbero trovato, come referisce il Grassi (4), costanti le forme del Bacillo del Koch nei molti casi da loro esaminati, come del pari sarebbero state verificate costanti nei cinque casi di Colera osservati dal Grassi e dai suoi Colleghi.

Nel medesimo tempo che lo Strauss ed il Roux davanti all'Accademia di Medicina di Parigi, infirmavano la presenza costante del Bacillo del Koch

(1) Adunanza del 5 Agosto, 1884.

(2) *Strauss.* Le Cholera en Egypte. Rapporto fatto insieme ai sigg. Roux, Thuillier e Nocard.

(3) *Grassi e Ferrario.* Per difendersi dal Colera. Milano, 1884.

Grassi. Relazione della Missione scientifica italiana per lo studio del Colera (Natura, 1884, p. 202).

—— I delitti delle Mosche. Milano, 1884.

(4) *Grassi.* Relazione ecc. (Natura, 1884, p. 202).

nel Colera, dichiaravano che le forme a virgola non erano assolutamente caratteristiche di quella malattia, perchè uno Schizofito di forma identica era stato scoperto dal Maddox in un serbatoio d'acqua, dal Malassez nella Dissenteria, e dalla stessa Commissione nella Leucorrea. Ma dopo questa affermazione gli autori si affrettano ad aggiungere, che sarebbe stato importante coltivare questi Bacilli, per vedere se veramente in presenza dei liquidi nutritivi si comportavano come il Bacillo a virgola. Sappiamo infatti che per la diagnosi di una specie di Bacteri si ricorre non solo a stabilirne la forma, ma altresì a determinarne le proprietà biologiche.

A proposito anzi della simiglianza che può esistere fra le forme del Bacillo del Koch e quelle trovate in altre malattie, dirò che la Commissione italiana prima, ed il Finkler e Prior dipoi, hanno scoperto in alcuni casi di diarrea coleriforme, dei Bacilli simigliantissimi a quelli del Koch. Nel caso annunziato dal Grassi (1) si trattava di un soldato proveniente da luogo infetto, e attaccato da diarrea. « Le sue feccie, dice il Grassi, erano riziformi e presentavano Bacilli a virgola *similissimi* a quelli del Koch, però un poco più lunghi e un poco più sottili. Oltre a ciò contenevano molti *Spirilli* di una lunghezza quintupla di quella dei Bacilli. Questo fatto ci sorprese moltissimo, e non sapevamo decidere se eravamo davanti a una forma di Colera o no; inclinammo pel no, basandoci sopra due fatti: 1.° che nelle feccie dei colerosi fin qui nessuno ha riscontrato gli Spirilli; 2.° che Spirilli e Bacilli a virgola non erano del tutto uguali a quelli del Colera. »

Per dire il vero la conclusione negativa del Grassi, dedotta da quei due fatti in quel modo formulati, lascia non poco a desiderare. L'aver trovato nelle feccie gli Spirilli, non mi sembra ragione sufficiente per escludere il caso di Colera, inquantochè non vi è da meravigliarsi se nelle feccie dei colerosi, dove è facile trovare tante altre forme di Bacteri, si trovino anche degli Spirilli. Il concludere poi negativamente pel Colera, basandosi solo sui criteri morfologici dello Schizomiceto, di poco diversi da quello del Bacillo a virgola, è in opposizione con ciò che pochi versi innanzi, lo stesso Grassi fa giudiziosamente osservare a proposito delle conclusioni dello Strauss e del Roux, che cioè per determinare una specie di Bacteri, non bastano i caratteri botanici, ma bisogna porre in evidenza le sue proprietà biologiche per mezzo delle culture.

Più precisi e meglio illustrati sono i casi riferiti dal Finkler e dal Prior (2). Questi autori osservarono a Bonn venti casi, che per la forma clinica potevano ascriversi al *Cholera nostras*. Il Bacillo trovato nelle feccie aveva tutte le apparenze di quello del Koch, ma posto a vegetare non si mostrò perfettamente identico. Infatti nelle 50 culture eseguite sulla tela umida o sulle patate, a temperatura di 30° e 35°, i Bacilli dopo 48 ore erano scomparsi, rimanendo soltanto alcuni Micrococchi.

Ad onta che nei casi riportati dallo Strauss, dal Roux, dal Maddox, dal

(1) *Grassi*. Relazione ecc. (Natura, 1884, p. 203).
(2) *Finkler* e *Prior*. Deutsch. Med. Wochenschr. N.° 35. 28 Agosto, 1884, p. 579.

Malassez e dal Grassi, si possa sospettare che il Bacillo trovato, sebbene molto simile, pure non fosse identico a quello del Koch, e nelle osservazioni del Finkler e del Prior si possa esser sicuri di questa differenza, perchè sottoposto alla prova della cultura, pur tuttavia nasce il dubbio che lo Schizomiceto così simile a quello a virgola, possa avere una parentela con questo, più stretta di quello che possa credersi. Ma il pronunziarsi definitivamente in questo senso, quando i fatti che si posseggono sono pochi e incompleti, sarebbe prematuro e poco scientifico. Pur tuttavia non bisogna dimenticare anche queste osservazioni, che in parte modificano le conclusioni del Koch, quando assicurava che in nessuna malattia del tubo gastro-enterico, compreso il *Cholera nostras,* si trovavano forme da potersi confondere con quelle del Bacillo a virgola.

Questi i fatti annunziati dal Koch, queste le deduzioni che egli ne trae, e queste le prime obiezioni che gli si possono opporre. Si può domandare adesso, se fatta eccezione dalle altre prove, che sarebbero state necessarie alla dimostrazione della specificità patologica di questo Microrganismo, i caratteri e le proprietà del Bacillo a virgola, cioè il suo modo di comparire, di svolgersi e di moltiplicarsi; le sue proprietà speciali di adattamento ai diversi mezzi ed ambienti; la sua resistenza vitale; le sue sedi di predilezione e la sua mancanza in quei veicoli che a preferenza si ritengono adatti alla trasmissione del contagio, stanno perfettamente in armonia e combinano coi modi d'invasione, di progresso, di decorso e di estinzione del Colera; se cioè nella osservazione dei fatti che si desumono dalle modalità della malattia, si trova conferma a dichiarare il Bacillo a virgola esser quel contagio vivo da tanto tempo cercato e sospettato.

È certo che l'annunzio del nuovo Microrganismo, e la conoscenza che si ha delle sue abitudini, determinerà da qui innanzi a volgere un'attenzione maggiore ai fatti che si referiscono alla trasmissione del contagio, e ad altri non pochi ai quali per ora non si è posto mente, o sui quali sono state eseguite imperfette osservazioni; ma tuttavia non bisogna nascondere che non sempre ciò che ha posto in essere il Koch, spiega i legami esistenti fra le abitudini del nuovo Bacillo e quelle del Colera, con quella esattezza che sarebbe tanto desiderabile, quanto maggiormente fanno difetto altre e più concludenti prove.

La proprietà che ha il Bacillo di non resistere all'essicazione, anche alla temperatura ordinaria e di morire poche ore dopo, è dichiararata non solo dagli esperimenti del Koch, ma anche da quelli recentissimi della Missione italiana per lo studio del Colera. Il Grassi (1), insieme ai dottori Vivanti e Beretta, per dileguare qualunque dubbio che la morte del Bacillo per essicazione fosse più apparente che reale, e che una volta trasportato nell'organismo umano potesse riprendere la sua vitalità, hanno avuto il raro coraggio, giustificato da una ferma convinzione, di ingerire una porzione di feccie di colerosi, sottoposte prima all'essicazione a temperatura ordinaria

---

(1) *Grassi.* Relazione della Missione scientifica italiana per lo studio del Colera. (Natura, 1884, p. 204.)

sopra un vetrino, e che contenevano molti Bacilli a virgola, senza che la prova tentata dai tre coraggiosi sperimentatori recasse inconvenienti di sorta. Questa ardita esperienza dimostrerebbe non solo che il Bacillo seccato muore irrevocabilmente, ma che il potere contagioso delle feccie risiede nello stesso Bacillo, a meno che non si volesse ammettere, che i tre sperimentatori per condizioni generali o speciali al tubo gastro-enterico, non fossero nel momento della prova, refrattari a contrarre la malattia.

Se dunque è fuori di dubbio che la essicazione del Bacillo determina la sua morte, questa proprietà dovrebbe essere ragione potentissima di opporsi alla sua trasmissione e propagazione. È appunto questa particolare attitudine che obbliga il Koch a dire che il Colera è sempre trasportato dall' uomo, il quale recherebbe in se stesso il germe *fresco* della malattia per spanderlo dove arriva, e dove ha contatto. Sarebbe dunque esclusa, come la esclude il Koch, la trasmissione per mezzo delle biancherie, delle vesti e degli oggetti, quando le materie virulenti sovra esse deposte avessero subìto la essicazione; cioè escluso in questo caso la trasmissione operata anche a piccola distanza, e dopo quel breve periodo di tempo che occorra alla materia per seccarsi. Tolto questo mezzo di propagazione, si toglie un mezzo potente di moltiplicazione non solo a distanza, ma nel luogo stesso dove infierisce l'epidemia, e si esclude il trasporto per questa via in luoghi immuni. Ma può dirsi veramente che non esistano fatti comprovanti che il male è stato trasmesso per mezzo di biancherie, di abiti o di oggetti appartenenti ai colerosi? Di questi fatti se ne citano non pochi, e sebbene taluni li impugnino più a priori che con prove di fatto, pur tuttavia essi rimangono là a gettare sulle idee del Koch un dubbio, che per ora non può essere risoluto. Guidati dalle acute osservazioni dello Scienziato tedesco, potremo, è vero, con ogni diligenza e a modo di una vera inchiesta, indagare e porre in evidenza tale possibilità, ora in special modo che per nostro infortunio, il Colera serpeggia nel mezzogiorno dell' Europa; ma ciò non vuol dire che si debbano escludere come non provati o falsi quei fatti, che per adesso farebbero supporre che il Colera possa trasmettersi a distanza per mezzo degli oggetti, senza l' intervento diretto dell'uomo che trasporti seco il contagio.

Nè la essiccazione è il solo nemico del Bacillo a virgola, ma al dire del Koch molto probabilmente i processi di fermentazione dove si sviluppano Bacteri, e in special modo la fermentazione putrida, ucciderebbero il Bacillo, e diverrebbero mezzi impropri alla sua evoluzione e moltiplicazione. Se questo fosse vero, e se restasse definitivamente provato che il Bacillo del Koch è il vero contagio colerico, potremmo gettare impunemente le deiezioni dei colerosi, anzi dovremmo gettarvele, nei pozzi neri, dove la fermentazione putrida è in piena attività. Dovremmo del pari favorire con ogni mezzo questi processi di putrefazione, non solo nei bottini, ma in tutti i serbatoi d' immondezze, e qualunque metodo di disinfezione sarebbe non solo inutile, ma dannoso. Ma allora come spiegare la contaminazione successiva delle acque sotterranee, che da tutti e dallo stesso Koch, si ritengono se in tal modo corrotte, uno dei veicoli principali del contagio?

Come si vede il Bacillo a virgola sarebbe molto delicato, e ciò dovrebbe impedire lo estendersi della sua azione, molto più di quello che in realtà si veda succedere. La diffusione rapida del Colera in un dato luogo, suppone con la teoria parassitaria una diffusione altrettanto rapida del Bacillo, e questo dovrebbe trovarsi frequentemente nelle acque che possono servire di serbatoio o di veicolo, senza dire che tale straordinaria diffusione male si accorderebbe con la sua debole resistenza vitale per gli agenti esterni, e con la difficoltà di conservarsi e vegetare nelle acque comuni, nelle latrine, nei liquidi in putrefazione, e sugli oggetti esposti all'aria, mezzi tutti che più facilmente potrebbero trasmettere il contagio.

L'acqua si ritiene da tutti come uno dei principali veicoli di trasmissione della malattia. Pochi possono essere i casi in cui l'acqua si carichi *direttamente* di questo Bacillo, e tolto il fatto molto raro di immissione diretta delle feccie colerose, o di lavatura delle biancherie sporche, nel qual caso è difficile che l'acqua da noi serva per bevanda, le acque debbono restare inquinate, come succederà nei pozzi, solo per le infiltrazioni provenienti dai bottini. In questo caso, se fosse vero che la putrefazione distrugge il Bacillo, questo non dovrebbe giungere nell'acqua o vi dovrebbe arrivare già morto, e perciò innocuo. Ma cosa anche più singolare è che nell'acqua, per quante ricerche sieno state fatte dallo stesso Koch, il Bacillo a virgola non è stato mai trovato, se se ne eccettuino le acque impure di quello stagno (*Tank*) che egli rammenta; e cosa più che mai singolare è che il Bacillo non solo è incapace di moltiplicarsi nelle acque comuni, quando vi sia accidentalmente pervenuto, ma vi muore dopo pochi giorni (Koch).

Nè a questi fatti che dimostrano che la essiccazione di poche ore distrugge il Bacillo, che la putrefazione ne rende difficile lo sviluppo o lo uccide, che nell'acqua comune non fu mai ritrovato, e che nell'acqua non vegeta, ma anzi vi muore; a questi fatti, dico, che provano la debole resistenza vitale di questo Microrganismo, non si può contrapporre l'ipotesi che la potenza diffusiva oramai conosciuta del contagio colerico, possa attribuirsi, anzichè al Bacillo in stato di pieno sviluppo o adulto, a forme invece più resistenti da esso derivate o connesse col suo modo di riproduzione, quali sarebbero le spore. Noi sappiamo che alcuni Schizofiti, ad esempio il *Bacillus anthracis*, i quali per loro stessi non presentano straordinaria resistenza, hanno spore che sfidano temperature di 100°, essiccazioni prolungate, processi attivissimi di putrefazione, conservando dopo tante prove, la loro virulenza per mesi e per anni. Or bene in quanto al Bacillo a virgola lo stesso Koch ci assicura non solo di non aver trovato alcuna forma duratura, spore od altro che sia, ma crede anzi che non esistano. Se queste forme sopravviventi alla forma abituale del Bacillo, fossero state trovate, era più facile porre in rapporto le attitudini biologiche di questo Microfito con le abitudini del Colera. Era più facile spiegare in qual modo abbiamo esempi d'invasioni coleriche in Europa, che spente ad un tratto, ad un tratto divamparono l'anno successivo, movendo da un focolare che bisognava supporre non completamente spento, ma latente e pronto ad accendersi di nuovo, alle prime circo-

stanze favorevoli. Nel 1873 il Colera entrò in Francia dalla via dell' Havre, importato dalla nave tedesca *Ammonia* con provenienza da Amburgo. Anche questa volta si trattava di germi restati in Europa fino dal 1865, quando l'epidemia mosse dall' India coi pellegrini della Mecca. Noi sappiamo dal Koch che il Bacillo a virgola vegeta presto, ma altrettanto presto si esaurisce, e che le culture artificiali eseguite anche nei terreni a lui più favorevoli, durano pochi giorni, sopravanzando in quel tempo tutti gli altri Bacteri, ma che poi i Bacilli cominciano a distruggersi, lasciando libero il posto ad altre forme di Microfiti.

Finalmente mi sia permesso un' ultima osservazione. Il Bacillo a virgola si moltiplica rapidamente fra i 30° e i 40°, ma a 16° cessa la sua vegetazione. Come mai dunque si notarono fierissime epidemie in inverni rigidi ed in latitudini elevate? Il Colera non solo ha sorpassato il 60° di latitudine Nord, e l'isoterma + 5°, ma nelle epidemie del 1830 non cedè ad un freddo di — 20° a Mosca, e di — 30° ad Orenburgo. Nè varrebbe molto a mio parere la risposta che se il Bacillo non vegeta a + 16°, ciò non vuol dire che abbia perduto la proprietà di vegetare, quando sia di nuovo posto in condizioni termiche favorevoli, e che le esperienze dimostrano che un freddo di — 10° non uccide il Bacillo; perchè se queste condizioni possono spiegare il sorgere di un' epidemia in una casa, non sono sufficienti a dar ragione di un' epidemia generale, che in tali condizioni di temperatura invada una intera città o peggio una regione, come fu a Mosca e ad Orenburgo. Trattandosi di casi localizzati a poche famiglie o ad alcune case, dove il rigore del freddo può essere temperato dal riscaldamento artificiale, sta bene; ma non saprei estendere queste medesime ragioni di fronte alle invasioni coleriche nelle città e nell' aperta campagna, esposte a tutti i rigori della stagione.

Altra obiezione che potrebbe moversi al Koch, è quella che si riferisce alla proprietà del Bacillo a virgola di essere aerobio, cioè di appartenere a quella classe di Bacteri che per vivere e prosperare hanno bisogno dell' ossigeno *libero*. Al Virchow che domandava in qual modo il Bacillo essendo aerobio poteva moltiplicarsi nell' intestino, il Koch rispondeva essere necessario ammettere o che nell' intestino esista dell' ossigeno libero, o che vi si trovino sostanze capaci di cederlo. Il dimostrare che un Bacillo è aerobio per mezzo di esperimenti diretti, e l'aver trovato poi quel Bacillo nell'intestino, sarebbe una dimostrazione indiretta della presenza di quantità notevoli di ossigeno libero, perocchè il Bacillo essendo avido di ossigeno, e per di più dovendosi sviluppare in estese colonie, deve aver bisogno di quantità non indifferenti di questo gas. Cosa dicono ora in proposito le analisi dei gas intestinali che possediamo nello stato di salute e di malattia? I gas che esistono più abbondanti nelle intestina, sono l' azoto e l' acido carbonico; vi si trovano inoltre l'ossigeno, l'idrogeno, l'idrogeno carbonato e fosforato, e l'acido solfidrico, ma tutti in piccole quantità. Lo Chevillot (1) su 54 casi non ha riscontrato che sole 31 volte la presenza dell' ossigeno. Non si posseggono, è vero, analisi

(1) *Chevillot.* Journ. d. Chim, médicale. t. V, p. 596,

di gas intestinali dei colerosi, e può essere che in tal malattia l'ossigeno si trovi in quantità maggiori di quello che sia stato rinvenuto in altre malattie; ma in tutti i modi questo gas dovrebbe sempre esservi allo stato libero, nè si dovrebbe contare, come mostra credere il Koch, su quell'ossigeno che altre sostanze potrebbero cedere ai Bacilli, perchè sappiamo che i Bacteri aerobi hanno bisogno dell'ossigeno libero e già preparato, nè possono, come gli anaerobi, appropriarsi quello che è in combinazione stabile colla materia organica.

Dopo tutto quello che abbiamo esposto sugli ultimi studi del Koch, e dopo avere accennato i lati deboli che presentano, cosa possiam noi concludere nello stato presente della questione? Non v'ha dubbio che pel modo sperimentale e rigorosamente scientifico con cui sono state condotte le investigazioni del Koch, per la dottrina, l'abilità e la coscienza dello sperimentatore, i fatti annunziati non abbiano un valore ed un'importanza che non si può disconoscere, e da questo lato superino di gran lunga tutte le osservazioni antecedenti. Ma bisogna del pari convenire, che qualunque conclusione assoluta sarebbe in questo momento inopportuna ed affrettata, tanto più che non solo i fatti per adesso son pochi e spesso incompleti, ma che manca altresì una delle prove le più importanti della specificità virulenta del parassita, e che molte delle proprietà biologiche riconosciute nel nuovo Schizomiceto, non stanno in perfetta armonia, anzi talora si trovano in disaccordo, colle abitudini delle epidemie coleriche.

Di una cosa sola si può esser certi, ed è che il Bacillo descritto dal Koch non ha riscontro alcuno coi diversi microfiti a più riprese fin qui trovati e sospettati generatori del Colera, e che perciò a lui solo spetta l'onore di averlo scoperto. Il Bacillo a virgola non è il Microfito del Rainey e dell'Hassal, non quello del Klob, del Thomé e dell'Hallier, molto meno quello del Cadet e neppure quello del Pacini. E appunto perchè in alcuni giornali fu scritto che il Cadet, anche prima del Koch, colla scoperta del suo *fungo*, trovò la vera causa del Colera (1), e che il Pacini fu dimenticato o sfruttato senza farne motto (2), così, per amor della verità e in nome della scienza che non ha paese, volli anch'io scrivere poche parole su questa vertenza, per rendere ad ognuno il suo. (3)

---

(1) *Murino A.* I lavori di Socrate Cadet sul Colera. (Il Popolo Romano, 1884. N. 234 e 235).

(2) *Tommasi Crudeli.* Discorso sulla scoperta del Bacillo colerigeno. (Congresso med. internaz. di Copenhagen. Sezione di Igiene. Seduta 11 Agosto, 1884). — La Nazione, 1884, N. 238. — La Natura, 1884, Vol. II p. 210).

Arzillo D. Conferenza sul Colera, tenuta a S. Maria di Capua Vetere, il 24 Agosto, 1884.

Mosso A. Le precauzioni contro il Colera e le quarantene. (Nuova Antologia, 1884, 15 Sett. p. 323).

Bianchi A. Nuove osservazioni microscopiche sul Colera di Filippo Pacini. Memorie inedite del 1855 e 1867. Milano, Vallardi, 1884.

(3) Vedi alla p. 457 e seguenti del già citato lavoro: *Roster.* La teoria dei Germi nel Colera. Anche il Mantegazza, il Filippi ed il Cantani hanno dimostrato che il Microbio del Pacini non è il Bacillo del Koch, e che il modo con cui questi autori spiegano il processo morboso del Colera, è ben differente.

Quale adesso la conclusione generale che può dedursi da tutti i fatti che abbiam referiti, esaminati e discussi, e che dovrebbero fornire la prova della natura parassitaria specifica del Colera? A me sembra che dovendo imparzialmente concludere, bisogna dire che non abbiamo pur anco una dimostrazione precisa e indiscutibile che l'origine e la diffusione del Colera, debba attribuirsi ad un microfito, Muffa o Bacterio, funzionante da fermento specifico. Se da un lato bisogna dire che i recenti studi del Koch sono incontestabilmente superiori per numero, per esattezza scientifica e per importanza a tutti gli altri moltissimi degli esperimentatori che lo hanno preceduto, dall'altro lato occorre lamentare che il Koch non abbia potuto fornire una delle prove le più decisive, quella cioè della trasmissione artificiale; come bisogna pur convenire che gli altri fatti che tendono per via indiretta a stabilire la specificità infeziosa del Bacillo a virgola, lasciano ancora molto da spiegare. Le resultanze sperimentali ottenute sulle proprietà vitali del Bacillo, non combinano sempre o stanno in opposizione, con ciò che la pratica o la conoscenza della malattia hanno posto in chiaro, relativamente al suo invadere, al suo estendersi ed alle sue abitudini.

Da questo lato dunque il Colera non porta per ora argomenti senza eccezione alla nuova dottrina patologica (1).

---

(1) Dall'epoca in cui vennero scritte le precedenti considerazioni (Agosto 1884), sul valore del Bacillo a virgola quale agente specifico del Colera, prendendo a base le prime investigazioni del Koch, disgraziatamente l'epidemia fece grandi stragi in Francia, in Italia e in Spagna, e dette occasione al Koch di proseguire le sue indagini, e a molti eminenti sperimentatori di ripetere e verificare le esperienze dell'illustre Igienista.

L'indole del libro non permette di prendere in esame la infinita mole di pubblicazioni comparse in quest'ultimo periodo di tempo, e mi limito ad annunziare che i più importanti resultati furono ottenuti dal Nicati e dal Rietsch, dal Klebs, dal Buchner, dal Finkler e dal Prior, dal Ceci, dal Lewis, dal Miller, dal Deneke, dall'Hueppe, dal Virchow, dal Klein, dal Babès, dall'Ermengem, dal Gibbes, dal Gauthier, dal Gaspard, dal Gruber, dal Gaffky e dallo stesso Koch.

Disgraziatamente però i nuovi fatti raccolti con tanto ardore e tanta diligenza dai citati autori, per buona parte o infirmano la validità delle dottrine del Koch, o gettano il dubbio sulla esattezza delle sue deduzioni, e non fanno che intricare sempre più la questione.

Lo stesso fatto della riuscita delle inoculazioni, annunziato prima dal Nicati e dal Rietsch, e poi dal Ceci, dall'Ermengem ed anche ultimamente dal Koch, è stato impugnato, e si crede che quegli esperimentatori abbiano prodotto sugli animali piuttosto una Septicœmia, anzichè il vero Colera.

Appunti di non dubbio valore furon mossi allo stesso Kock, nella 2.ª serie di riunioni tenute a Berlino (Deutsch. Med. Woch. N.° 19 e seguenti, 1885) da eminenti scenziati tedeschi.

Ai subiti e facili entusiasmi è successa una forte reazione, e si chiede conto all'illustre Scenziato tedesco delle sue precipitate conclusioni.

Recentemente il professor Drasche di Vienna in una dottissima Memoria (*Ueder bie Bedeutung der Commabacillen für die Cholera.* Wien, 1885) lancia una terribile sfida al Koch, e dimostra coi fatti alla mano la facile oppugnabilità della sua dottrina, e i gravi difetti che presenta per sostenersi.

Avendo io un anno indietro tentato dimostrare, con i soli fatti che allora si possedevano, che le deduzioni del Koch mi sembravano premature e troppo arrischiate, non posso fare a meno di riportare le conclusioni che riassumono il bellissimo lavoro del Drasche, adesso che molti e nuovi fatti danno ragione alle mie restrizioni di altra volta. Ecco come conclude il Drasche:

1.° Vi sono molti Microbi identici morfologicamente, e perfino biologicamente, al Bacillo virgola, trovati in varie parti, tanto nell'interno, quanto all'esterno dell'organismo umano (Finkler, Prior, Klebs, Ceci, Buchner, Lewis, Miller, Deneke, Hueppe).

2.° Altri microrganismi di forma alquanto differente da quella del Bacillo virgola, potrebbero essergli identificati, quando si ammetta che le varie condizioni di nutrizione inducono sostanziali differenze nel Bacillo del Colera (Klebs, Virchow).

12. — Dissenteria.

La Dissenteria nella sua forma epidemica è considerata dal Radjewski (1) malattia parassitaria, determinata dalla presenza nelle intestina di Micrococchi e di Bacteri, che secondo questo Autore si troverebbero sempre nell'essudato intestinale. Mancano però non solo le culture e le inoculazioni del parassita, ma le osservazioni del Radjewski sono da ogni lato imperfette.

L'Hallier (2) da vario tempo aveva indicato nelle feccie dei malati un Micrococco, che chiamò *Leiosporium dysentericum,* al quale attribuì l'origine della Dissenteria. Mancano anche qui osservazioni precise, e nessuno fin ad ora ha confermato il fatto annunziato dall'Hallier. D'altronde la semplice presenza di questo Schizofito nelle intestina, non autorizza per niente ad attribuirgli l'ufficio che gli è stato concesso dall'Hallier.

13. — Peste.

Anche la Peste è stata riposta fra le malattie zimotiche, delle quali anzi si vorrebbe fare il tipo. Il parassita però, sebbene cercato, non è stato tro-

---

3.° Nel contenuto intestinale dell'uomo sano esistono indubbiamente dei Bacilli a virgola, i quali però per il loro piccolo numero sfuggono con facilità all'osservazione; ma essi sotto condizioni favorevoli si possono moltiplicare, da esser veduti molto bene e in gran quantità (Klein).

4.° Le osservazioni anatomo-patologiche fatte sui cadaveri dei colerosi dai vari autori, dettero differentissimi resultati riguardo alla parte dell'intestino, e perfino alla parte dell'intiero organismo, nella quale esistono i Bacilli a virgola (Klebs, Klein, Babès, Ermengem).

5.° Nelle deiezioni coleriche trovasi, oltre il Bacillo a virgola, altri Microbi ugualmente ripiegati, la cui origine è ancora ignota; sopra di questi poi il Bacillo virgola non è sempre in prevalenza, ma anzi bene spesso nella minima quantità (Ceci, Emmerich, Klein, Gibbes).

6.° L'apparizione e l'aumento del Bacillo virgola non è mai in perfetta corrispondenza coi vari stadi della malattia; anzi è in piccolissima quantità nei casi fulminanti (Koch, Gaffky).

7.° Alle volte il complesso dei sintomi del Colera è accompagnato da un'irritazione dell'intestino per parte dei Bacilli a virgola, altre volte le apparenze patologiche della malattia fanno credere ad una produzione di veleno (Koch).

8.° La trasmissione artificiale del Colera dall'uomo agli animali è ancora presentemente una questione non risoluta (Klein, Gauthier).

9.° Del resto i fenomeni osservati dai felici inoculatori (Rietsch, Nicati, Ceci, Ermengem e ultimamente Koch) negli animali, non si riferiscono a sintomi veramente ed esclusivamente caratteristici del Colera, da non far pensare piuttosto ad una specie di Septicœmia (Gaspard).

10.° Le culture del Bacillo a virgola fino ad ora usate, non offrono una sicurezza completa contro le sorgenti di errore; per di più sono in evidente contradizione colle esperienze quotidiane in tempo di epidemia (Klebs, Gruber).

11.° Moltissime discrepanze esistono pure intorno alle espressioni e condizioni di vita del Bacillo a virgola (Ceci, Klein).

Dalle quali premesse il Drasche deduce queste due conseguenze essenziali:

I. — Il Bacillo a virgola è uno dei Microbi propri dell'uomo, che nell'organismo ammalato, trova un terreno più opportuno al suo sviluppo; ond'è che esso accompagna *costantemente,* ma non *necessariamente* il Colera.

II. — Finchè la teoria del Koch riposa esclusivamente sopra le cognizioni bacterologiche, e spiega i fatti epidemiologici con semplici congetture, con soli sofismi e con erronee asserzioni, essa non può costituire pel medico neppure la norma del suo procedere.

(1) *Radjewski.* Jahresb. f. d. med. Wissensch, 1857.

(2) *Hallier.* Die Parassiten der Infectionskrankeiten bei Menschen, Thieren und Pflanzen. (Naturforscher Medic. Land - und Forstwirthe etc, Leipzig, 1877).

vato, ciò che non toglie che i più tenaci partigiani delle nuove dottrine, fra i quali il Bordier, non affermino che se il parassita sfugge per adesso a qualunque investigazione « se ne conoscono già le sue abitudini (?), e si sa che ad una temperatura di + 50° perde ogni qualità infeziosa (1) ». Singolar modo questo di concludere!

14. — Febbre gialla.

In alcuni liquidi (sangue, orina, siero pericardico) appartenenti a malati di Febbre gialla, e che il Dottor Monard del Senegal mandò in Francia, il Capitan e lo Charrin hanno scoperto numerosi Microbi, consistenti per la maggior parte in Micrococchi. Si dice che le culture fatte con i liquidi infetti sono riuscite, solo perchè i porcellini d'India ai quali furono iniettate, son morti.

Il Carmona del Valle propone di chiamare *Peronospora lutea*, il vegetale da lui trovato nelle orine, nel sangue e nei liquidi sierosi dei malati di Febbre gialla. Anche nel *vomito nero* il Carmona ha veduto un micelio colorato. Le spore della Peronospora si riscontrerebbero per lungo tempo nelle orine degli individui che hanno avuto la Febbre gialla, e l'immunità a contrarre la malattia persisterebbe, secondo il Carmona, finchè dura la loro presenza. Egli si è iniettato questa orina profilattica, e non ha avuto nessun effetto dannoso.

Un altro fungo microscopico è stato trovato dal Lacerda. La bile, il fegato, i reni, il cervello e lo stomaco, sarebbero le sedi predilette del parassita. Manca qualunque studio di cultura e di inoculazione.

Ma i Micrococchi del Capitan e dello Charrin, la Peronospora del Carmona, il Fungo del Lacerda, debbono alla loro volta cedere il posto all' *Opuntia* del Dottor Manuel de Gama Lobo. Secondo quest' ultimo osservatore è certo che la Febbre gialla, si deve ad un microrganismo, l'*Opuntia Messicana*, che egli avrebbe trovato in tutte le acque delle regioni affette dalla malattia.

15. — Vajolo.

Si sospetta che tutti gli esantemi acuti si debbano all' azione di fermenti endogeni, volatili, cioè trasmissibili per mezzo dell' aria, e che avrebbero la proprietà di nidificare nella pelle. Sembra, dicono i parassitisti, che questi fermenti appartengano alla grande famiglia delle Bacteriacee, e più particolarmente al gruppo degli Sferobacteri; ma questa supposizione non ha nemmeno un serio fondamento, mancando i principali argomenti per dimostrarla vera. La uniformità morfologica di questi organismi, confessata dagli stessi parassitisti, si oppone a precisare la natura zimotica degli esantemi acuti. Nè la mancanza di prove specifiche basate sui caratteri morfologici e biologici del fermento, può essere supplita in questi casi dalla prova della specificità patogenica, inquantochè negli esantemi l'azione specifica del supposto

---

(1) *Bordier*. Géographie médicale. Paris, 1884, p. 264.

fermento vivente, è rivelata principalmente dalle varie modalità delle alterazioni della pelle.

Anche per il Vajolo la lista dei parassiti è tutt'altro che breve. L' Hallier (1) volendo estendere la sua teoria anche al Vajolo ed alla Rosolia, annunziò di aver trovato costantemente nel vaccino umano delle spore mobili coniche. Coltivando la linfa pustolosa del montone, che racchiude i medesimi Micrococchi, egli ottenne un fungo che cresceva naturalmente sul fieno umido, e che fu da lui considerato come la causa della infezione nella specie ovina. Nel medesimo tempo, cioè nel 1868, lo Schurtz (2) eseguiva delle culture sul Micrococco del vaccino in liquidi organici, che poi trasportati sopra fette di patate cotte, si sviluppavano in sferule e bastoncelli. Lo Schurtz però non eseguì alcuna inoculazione nè su gli uomini, nè sugli animali; ciò che non tralasciò di fare il Lissaur iniettando i supposti funghi del Vajolo e della Rosolia ad una giovenca, ma con resultati affatto negativi.

I Micrococchi che si trovano nelle pustole vajolose sono stati descritti dal Keber (3), dallo Zuelzer (4), dal Luginbühl (5), dal Weigert (6), dal Klebs, dal Cornil e Babés (7), dallo Strauss (8) e da qualcun altro (Tav. VII, fig. 7). Il Luginbühl ed il Klebs, esaminando le pustole vajolose, vi constatarono la presenza di noccioli ora in ammassi, ora contenuti nelle cellule giganti, e supposero esser questo il resultato della fruttificazione del Microfito del Vajolo, introdottosi per i pori della pelle. Lo Zuelzer non attribuisce ai Bacteri del Vajolo che un puro ufficio meccanico. Egli vide masse di tali corpuscoli obliterare il lume dei capillari arteriosi, e determinare la forma emorragica della malattia. Il Weigert ha verificato la presenza dei Micrococchi nella milza, nei reni, nei gangli linfatici ed al centro dei focolari miliarici, ed il Cornil ed Babès dicono che si accumulano soprattutto a livello delle pustole, nelle piccole cavità areolari del corpo muccoso del Malpighi.

Osservazioni più numerose e più diligenti si debbono al Coze e Feltz (9) ed al Cohn. I due primi autori videro Bacteri nel Vajolo, tanto nell'uomo che negli animali; e nell'uomo li trovarono nel sangue e nel fegato. Trasportando il sangue così infetto nelle vene, sotto la pelle, nel retto, nello stomaco e nei bronchi di conigli, la morte avveniva in poco tempo, ed il sangue dell'animale acquistava tale virulenza, da uccidere per inoculazione

---

(1) *Hallier.* Die Parassiten der Infectionskrankeiten bei Menschen, Thieren, und Pflanzen, (Naturforscher Medic. Land-und Forstwirthe etc. Leipzig, 1877).

(2) *Schurtz.* Beitrage zur Kenntniss der pflanzichen Parassiten der Cholera, der Vaccine, ecc. (Arch. Heilk. t. IX, pag. 69, 1868).

(3) *Keber.* Virchow's Arch. 1868.

(4) *Zuelzer.* Beitrage zur Pathologie und Terapie der Variola. (Berl. med. Wochenschrift, 1873).

(5) *Luginbühl.* Der Micrococcus der Variola, (Verhandt d. phys. med. Gesell. Würzburg. Vol. IV, 1873).

(6) *Weigert.* Anatomische Beitrage zur Lehere von der Pocken. Breslau, 1874.

(7) *Cornil et Babès.* Sur le siège des Microbes dans la Variole etc. (Bull. Soc. méd. d. Hopit. 1883).

(8) *Strauss.* Bull, Soc. d. Biol. 1882.

(9) *Coze et Feltz.* Recherches sur le maladies infèctieuses etudiées spécialement au point de vuc de l'état du sang et des férments. 1871.

in un periodo di tempo anche più breve. In tutti gli animali così sacrificati si trovò uno Schizofito identico a quello del Vaiolo umano. I Microrganismi illustrati dal Coze e Feltz, che si presentano nel sangue in numero sterminato (e sarebbe questo per gli autori un carattere dell'affezione vaiolosa) rammentano per la forma il *Bacterium bacillus* del Pasteur, ed il *B. termo* del Müller. Per quanto possa essere incontestata la presenza di Bacteri nei liquidi e nei visceri degli ammalati di Vajolo, e per quanto le esperienze del Coze e Feltz possano essere numerose e diligenti, non si può fare a meno di concludere, che avendo usato gli autori per i loro esperimenti liquidi complessi, come il sangue, manca la vera prova patogenica specifica da attribuirsi al solo fermento figurato, e non ad altra materia presente nel liquido infetto.

Il Cohn ha potuto coltivare artificialmente ciò che egli chiama *Micrococcus vaccinæ*, nel latte, nell'orina, nella chiara d'uovo, sulle patate cotte, e sarebbe giunto con le generazioni così ottenute, a riprodurre generazioni simili nel sangue dei conigli.

Se da un lato il Weigert afferma essere i corpuscoli specifici delle pustole vajolose di tal forma, da non potersi confondere con altri, e perciò a tale specie di Bacterio ben determinata, doversi attribuire un ufficio di primo ordine nella genesi della malattia; dall'altro lato troviamo che lo Chauveau, il quale pure attribuisce l'azione virulenta alle granulazioni dell'umore vajoloso o vaccinico, dichiara formalmente che tali corpuscoli non possono in alcun modo distinguersi dalle granulazioni molecolari, proprie di qualunque cellula vivente. Questo dualismo nell'opinione di due distinti autori relativamente alla possibilità di riconoscere i corpuscoli dell'umore vajoloso, ammessi da ambedue quali agenti specifici dell'infezione, ma da uno dichiarati *caratteristici*, dall'altro affermati *irreconoscibili*, dimostra sempre più quanto poco si possa contare sulle forme di tali organismi, e per conseguenza come difficile sia dimostrare la costanza di un parassita, quando non v'è modo di distinguerlo da un altro, e, peggio che mai, di differenziarlo dalle granulazioni molecolari della cellula vivente.

16. — Rosolia.

Di natura eminentemente contagiosa, sarebbe inoculabile col mucco nasale, colle lacrime, col sangue, e con le squame epidermiche, come l'avevano dimostrato l'Home fino dal 1758, lo Speranza nel 1838, ed il Michael (di Catona) nel 1847.

L'Hallier (1), come fu accennato parlando del Vajolo, ha esteso la sua dottrina anche alla Rosolia, che per lui sarebbe generata da un fermento, il *Mucor mucedo verus,* esistente nel mucco bronchiale. Il Micrococco padre, coltivato in un miscuglio di colla d'amido e di fosfato di ammoniaca, dopo

---

(1) *Hallier*. Parassitologischen Untersuchungen bezuglich auf die pflanzichen Organismen bei Masern. Leipzig, 1868.

sei giorni si trasforma nelle mani dell'Hallier in *Mucor mucedo,* generazione di una muffa che cresce sulle erbe, la *Ustilago carbo.* Da questo lato le osservazioni dell'Hallier concordano con quelle del Salisbury (1), che credette aver dimostrato essere il contagiò della Rosolia un fungo che cresce sulla paglia umida. Il Pepper ha inoculato il fungo del Salisbury sopra individui vergini di Rosolia, ma tutte le prove rimasero sterili. Nè più fortunato fu il Lissaur negli sperimenti sulle giovenche. Finalmente il Keber ha trovato numerosi nuclei e granulazioni nelle scaglie epidermiche provenienti dalla desquamazione, ed il Coze e Feltz (2) han veduto nel sangue dei malati, alcuni elementi molto sottili, da loro giudicati Bacteri.

17. — Scarlattina.

Fino dal 1762 il Plenciz di Vienna aveva riposto la causa della Scarlattina in corpuscoli animati. Il Coze e Feltz (3) trovarono nel sangue degli scarlattinosi miriadi di Bacteri, ai quali il Riers dette il nome di *Bacterium punctum.* Iniettando il sangue scarlattinoso a dei conigli, questi morirono dopo poche ore, mostrando del pari quantità prodigiosa di Bacteri. L'Hallier (4) ha coltivato gli Schizofiti della Scarlattina in liquidi artificiali, e li ha veduti trasformarsi per via di evoluzione e metamorfosi successive in un Micrococco, e poi in un fungo che ha distinto col nome di *Tilletia scarlatinosa.* Finalmente il Klebs dieci anni indietro annunziava le sue *Monadine morbillose e scarlattinose,* e l'Hofmann scriveva di aver sempre trovato numerosi Micrococchi nella biancheria che era stata a contatto con la pelle dei malati.

18. — Orecchioni.

Il corso della malattia, il suo carattere epidemico e contagioso, l'immunità che sembra impartire a coloro che ne sono stati colpiti una prima volta, avevan già fatto riporre questa malattia nel gruppo delle infeziose, ed ora la si vuole di natura parassitaria. Il Capitan e lo Charrin (5) hanno segnalato nel sangue dei malati Bacteri e Micrococchi di forma sempre identica, e che si sono moltiplicati conservando i loro caratteri nel brodo Liebig. I medesimi organismi sono stati scoperti nella saliva e nell'orina. Nessuna delle inoculazioni fatte è però riuscita, eppure il Bordier, che conosce questi in-

(1) *Salisbury.* Remark of Fungi with an accoout of experiments showing the influence of the Fungi of weath Straw on the human system. (Amer. Journ. of med. Sc. 2 ser. t. XLIV, 1862, p. 117).
—— Inoculating the human system with Straw Fungi to protect it organism the contagion of Measles, etc. (Amer. Journ. of. med. Sc. 2 ser. t. XLIV, 1862, p. 387).

(2) *Coze et Feltz.* Récherches expérimentales sur la prèsence des infusoires et l'état du sang dans les maladies inféctieuses. Strasbourg. 1866.

(3) *Coze et Feltz.* Loc. cit.

(4) *Hallier.* Die Parassiten der Infectionskrankeiten bei Menschen, Thieren, und Pflanzen. (Naturforscher Medic. Land-und Forstwirthe etc. Leipzig, 1877),

(5) *Capitan et Charrin.* Bull. Soc. Biol. 1881.

successi, ha il coraggio di concludere sulla natura parassitaria degli Orecchioni con queste parole: « Ce qui était probabilité est dévenu cértitude, depuis les recherches de Capitan et de Charrin (1). »

19. — Pertosse.

Questa malattia è essenzialmente contagiosa, sopratutto nei periodi d'invasione. Il Letzerich ha descritto un fungo che apparterrebbe solamente alla Pertosse, e lo Tschauer nel 1876 scopriva negli sputi un micelio e delle spore che mostravano caratteri speciali. Anche l'Enke dice di aver veduto un fungo negli sputi dei malati; ma nessuno di questi autori ha potuto riprodurre la malattia con gli elementi di cultura, nè le altre prove che forniscono sono tali, da aver peso nel giudizio per dichiarare la malattia parassitaria, la quale si sospetta tale solo perchè è contagiosa!

20. — Febbre da Malaria.

Al giorno d'oggi le ipotesi sull'agente specifico che produce la Malaria possono ridursi principalmente a tre (2):

1.° Un veleno o un gas di tossicità specifica, che avrebbe per veicolo gli ordinari gas che si sollevano dai terreni malarici, e perciò un vero miasma tellurico, ma che sfugge tuttora ai mezzi d'indagine chimica.

2.° Una materia organica particolare, allo stato di minutissime particelle sospese, sollevate dal suolo e trascinate dallo sviluppo gassoso e dal vapor di acqua.

3.° Un Microrganismo speciale capace di produrre una vera e propria fermentazione delle sostanze del nostro organismo.

La prima teoria, che è la più antica, trova tuttora partigiani, e lo Schwalbe la difendeva energicamente anche nel 1869, ed il Toropoff nel 1878.

La materia organica sospesa nell'aria delle paludi fu scoperta la prima volta dal Vauquelin nel 1810 negli stagni della Linguadoca, poi dal Rigaud de l'Isle nelle Maremme Pontine, dal Moscati (1818) al disopra delle Risaie della Lombardia, dal Meirieu nel 1829; e analizzata ripetutamente dal Thenard, dal Dupuytren, dal Brocchi, da Boussingault (1829-1839), dal Gigot e dal Bechi (1861). Da tutte queste analisi appare che la materia organica in questione, è presso a poco quella che si solleva da ogni focolajo putrido, e sebbene possa supporsi che introdotta nell'organismo non debba riuscire indifferente, pur tuttavia le sue proprietà finora cognite non vi rivelano un'influenza patogenica speciale. Bisognerebbe ammettere dunque che nell'aria

(1) *Bordier*. Géographie médicale, 1884.

(2) Un'altra opinione, che rimonta ai primi del nostro secolo, adottata dal Santarelli (*Ricerche intorno alla causa della Febbre perniciosa nello Stato Romano*, 1808), e abbastanza recentemente sostenuta dall'Oldham (*What is Malaria? Calcutta*, 1871), è quella che la Malaria non sia dovuta ad una causa specifica, ma invece sia la conseguenza di abbassamenti repentini della temperatura, resi anche più sensibili dalla notevole umidità che è propria dei terreni malarici.

del suolo malarico esista un principio, che sfugge ai nostri procedimeuti analitici, e che tale sostanza, senza possedere uno stato speciale, abbia acquistato una proprietà od una vera forza catalittica. Vediamo adesso se la nuova teoria è più felice, e se offre argomenti seri da potersi sostenere.

Nel 1829 il Meirieu, raccogliendo la rugiada artificiale al di sopra delle paludi, e facendone assorbire una certa quantità a dei conigli, li vide colpiti da debolezza, da tremori e da stupore. Fin qui però nulla che potesse indicare a quale delle molte sostanze contenute nella rugiada, dovessero attribuirsi tali effetti. Lo stesso dicasi delle osservazioni del Lemaire, che nel vapore condensato delle paludi di Sologna scopriva numerose forme organiche viventi, rappresentate da cellule, da spore, da alghe, da mucedinee e da funghi; e di quelle recenti del Griffini (1) che ripeteva le esperienze del Meirieu, provocando nei conigli la febbre con la iniezione del vapore acqueo condensato al di sopra degli stagni e dei fiumi. Il Bouchardat nel 1866 emise la supposizione che gli avanzi d' infusori e la materia organica amorfa e fioccosa sia il vero veleno dell'aria, e che gl' infusori lo producano per un *atto vitale loro proprio.* Questa ipotesi, come si vede, si avvicina alla teoria del Berthelot che ritiene i fermenti come solubili e prodotti dalla secrezione di quelli organismi, che il Pasteur invece considera come costituenti lo stesso fermento. Ma nè gli esperimenti del Meirieu, nè le teorie del Bouchardat riguardano la questione dal lato in cui è entrata in questi ultimi anni.

Sebbene qualche autore antico, e fra gli altri Varrone, abbia emessa l' ipotesi che la Febbre da Malaria avesse origine dalla penetrazione nel nostro corpo di vermi invisibili, pure bisogna scendere fino al 1866, per trovare qualche cosa di più preciso e di più scientifico, quando cioè il Salisbury (2) annunziava aver trovato costantemente nell'escreato, nel sudore e nelle orine dei febbricitanti, delle piccole cellule appartenenti alla famiglia delle Alghe ed al genere delle Palmelle, che propose di chiamare *Palmella gemiasma.* La medesima alga si trovava in abbondanza nelle acque paludose, e le sue spore potevano benissimo spandersi anche nell'atmosfera, come ne aveva la prova il Salisbury, esponendo durante la notte al di sopra dello stagno alcune lamelle di vetro spalmate di mucillaggine, e che poi al mattino trovava cariche delle spore oblunghe della Palmella.

Nè il Salisbury fu il solo ad attribuire la Febbre ad un vegetale appartenente alla famiglia delle Alghe, perchè troviamo che il Safford ed il Bartlett pongono innanzi il loro *Hydrogastrum granulatum,* l'Archer lo *Chtonoblastus æruginosus,* il Bargellini la *Palmoglœa micrococca,* il Balestra (3) un alga non bene determinata, e lo Zurn (4) un'altra alga, senza nemmeno in-

---

(1) *Griffini.* Relazione intorno alle esperienze ed osservazioni sulla rugiada dei luoghi miasmatici (Bull. Crittog. Vol. I. 1874).

(2) *Salisbury.* On the Cause of intermittent and remittent Fevers etc. (Americ. Journ. of med. Sc. January, 1866).

(3) *Balestra.* Ricerche ed esperimenti sulla natura e genesi del Miasma palustre. Roma, 1877.

(4) *Zurn.* Die pflanzichen Parassiten auf und in dem Körper unserer Ausäugethiere, etc. Weimar, 1874.

dicarne la forma o la specie. E dire che ciascuno di questi autori giura per il suo parassita!

Le osservazioni del Salisbury, che fra quelle rammentate sono le più serie e le più diligenti, dettero luogo a vive obiezioni da parte dell'Hammond, dell'Hallier, dello Schurtz, del Lanzi e del Terrigi (1), i quali ultimi dimostrarono che la *Palmella gemiasma* poteva trovarsi in regioni perfettamente salubri, e che al contrario mancava spesso nei luoghi malarici della Campagna Romana.

Uguale insuccesso ebbero l'*Hydrogastrum* del Safford e del Bartlett, lo *Chtonoblastus* dell'Archer, e la *Palmoglœa* del Bargellini, dimostrando il Lanza e il Terrigi che tutte quest'alghe avevano un diametro maggiore dei vasi in cui dovevano penetrare. Nè qui termina la lista dei parassiti della Febbre malarica. Gli stessi Lanza e Terrigi annunziarono nel 1873 di avere scoperto nelle paludi di Ostia e nelle paludi Pontine una specie di alga dominante, la *Monilia penicillata* (*Briarea elegans corda*), che poteva essere la causa dei fenomeni febbrili. Ma però in seguito a studi più diligenti, gli stessi Autori con una buona fede che li onora, dichiararono di essersi ingannati, e dietro questo insuccesso abbandonarono la teoria parassitaria, facendo ritorno ad un veleno cadaverico vegetale emanato dalla putrefazione delle alghe e di altre piante.

Un altro parassita è quello trovato dall'Eklund nella rugiada delle paludi, chiamato dall'Autore *Limnophysalis hyalina,* stato già accennato dal Lemaire e dal Gratiolet. Questo Microfito è un piccolo fungo, con sporangi talvolta azzuri. L'Eklund crede che questi sporangi sieno identici a ciò che il Frerichs chiamava *coagulo jalino* nel sangue dei malati morti per Febbre intermittente. Il parassita dell'Eklund, da lui costantemente veduto nel sangue dei malati, entrerebbe nell'organismo dalle vie bronchiali e digestive, sia con l'aria, sia con l'acqua.

Rammenterò qui come l'Hallier abbia voluto portare il suo contributo allo studio della Malaria, e come anche in questo caso trovi modo di applicare la sua strana teoria di evoluzione e di metamorfismo. Per l'Hallier il parassita è prossimo alle *Oscillarinee,* organismi vermiformi, provvisti di movimenti vivaci che subiscono un certo numero di metamorfosi, come avrebbe osservato anche lo Schurtz. Ma l'Hallier nel caso della Febbre malarica non si limita ad applicarvi la sua teoria generale, ma va più in là, e fa l'ipotesi che le Oscillarinee corrispondano, come elemento patogenico, ad un gruppo unico di affezioni, la Febbre intermittente, la Febbre gialla e il Tifo, le quali malattie avrebbero corrispondenza con altrettante fasi metamorfiche del medesimo parassita!

Eccoci finalmente agli studi del Tommasi-Crudeli e del Klebs (2), incominciati nel 1879, e proseguiti con lodevole costanza fino a quest'ultimi

(1) *Lanza* e *Terrigi.* Il miasma vegetale o Malaria e il clima di Roma. (Att. Acc. med. Roma, 1876).
(2) *Tommasi-Crudeli* e *Klebs.* Sulla natura dell'agente specifico che produce le Febbri di Malaria. (Atti R. Acc. Lincei, 1 Giugno, 1879.

giorni. Innanzi tutto è d' uopo confessare che le osservazioni del Tommasi e del Klebs, sono informate a quel rigore scientifico proprio dei metodi d'indagine moderni, che mancava affatto negli esperimenti degli autori che li hanno preceduti in questo campo. Lo studio fu incominciato saggiando l'attività dei diversi terreni, dell' acqua e dell' aria; quindi fu eseguita la separazione delle parti liquide dalle solide, e fu studiata separatamente l'attività di ciascuna. Non starò qui a riportare le conclusioni a cui vennero gli autori nelle diverse Memorie che si trovano registrate negli Atti dell'Accademia dei Lincei, e nell'*Archiw für experimentelle Pathologie* del Klebs. Tutti sanno oramai come per gli autori resulti evidente che il contagio malarico deve attribuirsi ad una Bacteriacea bacilliforme, il *Bacillus malariæ*. Largo contributo a questi studi hanno recato con le loro pubblicazioni il Marchiafava, il Cuboni, il Ferraresi, lo Sciamanna ed il Ceci (1).

Il *Bacillus malariæ* (Tav. VIII, fig. 1-6) è sporigeno (Fig. 3). Le spore che si producono nell'interno dei filamenti, divengono libere quando questi si disfanno (Fig. 1), e si sviluppano in Bacilli, allungandosi da una o da ambedue le loro estremità polari, e convertendosi in bastoncelli a protoplasma omogeneo (Fig. 2), che si segmentano trasversalmente, formando filamenti talvolta lunghissimi, costituiti da articoli a protoplasma pure omogeneo. I Bacilli ed i loro articoli possono in alcuni casi raggiungere un grande sviluppo, senza che il loro protoplasma perda la sua omogeneità e divenga sporigeno (Tommasi-Crudeli).

Perchè le spore del *Bacillus malariæ* si sviluppino, occorre che il fondo di cultura abbia un certo grado di umidità, che si mantenga una temperatura di circa 20° C. o più, e che vi sia la presenza dell' ossigeno libero. Il *Bacillus malariæ* è estremamente aerobio, il più aerobio di tutti i fermenti morbigeni finora conosciuti, e si arresta nel suo sviluppo e non giunge a perfetta maturità, non solo per la mancanza dell' ossigeno atmosferico, ma anche per una semplice diminuzione di questo gas.

La presenza del Bacillo, secondo gli Autori, è costante nel sangue; fatto riconosciuto dal Marchiafava, dal Cuboni, dal Ferraresi e dallo Sciamanna, ed anche dal Lanzi, dal Terrigi e dal Marchand di Giessen. Tutte le osservazioni cliniche, tutti i fatti anatomici, e gli esperimenti istituiti su gli animali, fanno ritenere probabile agli Autori che il Bacillo, una volta penetrato nell' organismo, si fissi di preferenza nella milza e nel midollo delle ossa, e là costituisca i suoi nidi di elezione. Da questi nidi uscendo e accumulandosi nel sangue, determinerebbe l'accesso della Febbre, mentre le intermittenze febbrili starebbero a rappresentare il tempo occorrente a che la carica di questi parassiti arrivi a tal grado nel sangue, da suscitare il nuovo accesso febbrile. Nell' esame del sangue estratto dagli ammalati, durante l'acme della febbre o nel periodo del sudore, il Tommasi (2) dice che non furono trovate nel sangue che le sporule del Bacillo; mentre quando

(1) Vedi Atti R. Acc. Lincei e Arch. f. exp. Pathol. v. Klebs.

(2) *Tommasi-Crudeli.* Istituzioni di Anatomia Patologica. Torino, 1882, vol. I, p. 164.

fu sperimentato nel periodo d' invasione della febbre, i Bacilli si trovarono ora in quantità mediocre, ora invece enorme, scomparendo poi nel periodo del caldo, e lasciando solo come traccia le loro sporule.

Il Cuboni ed il Marchiafava (1) hanno eseguite alcune osservazioni sulle forme diverse, che può assumere il Bacillo nei cadaveri freschissimi d'individui morti di Febbre perniciosa. Essi vi rinvennero dei microrganismi di forma rotondeggiante, refrangenti fortemente la luce, provvisti di un movimento vivace di oscillazione, dai quali, per culture sulla ittiocolla, si ottennero i noti Bacilli. Tale reperto non starebbe veramente in accordo con l' affermazione del Tommasi e del Klebs. Le forme vedute dal Marchiafava si trovano disegnate nello figure 4, 5 e 6 della Tav. VIII.

La figura 4 rappresenta le forme bacillari identiche a quelle segnalate dal Klebs e dal Tommasi, e che si trovano talvolta nel sangue al principio dell' accesso febbrile.

La figura 5 fa vedere le medesime forme nel sangue della milza, estratto col metodo Sciamanna, al principio dell'accesso.

Finalmente la figura 6 riproduce quelle forme più comuni segnalate dal Marchiafava e dal Cuboni durante il periodo del freddo. Come si vede il diametro dei filamenti bacillari si è ridotto molto più piccolo, al contrario di quello che si osserva nelle figure date dal Klebs e dal Tommasi.

Da questi resultati il Cuboni ed il Marchiafava, dopo aver concesso che le loro spore non sono i *Bacilli malariæ,* e che di tali spore se ne possono trovare anche nel sangue di altre malattie, concludono col riconoscere che molti altri studi sono da praticarsi sul Bacillo delle terre malariche, tanto per seguirlo nei suoi stadi di sviluppo, quanto per esaminare le modificazioni che subisce una volta entrato in circolo. Sembrerebbe intanto che la forma bacillare avesse predominio nella apiressia, e che le spore si sviluppino specialmente negli accessi febbrili. Frattanto cade qui di fare osservare, che il Perroncito (2) insieme al Golgi, al Bassini ed allo Stefanini, ha trovato le stesse forme indicate dal Marchiafava, più o meno numerose in individui febbricitanti ed in altri apparentemente sani; anzi, cosa strana, nei primi le avrebbe trovate più scarse, che nei secondi.

Da alcuni esperimenti del Tommasi, del Klebs ed anche del Ceci, parrebbe che la composizione chimica delle terre, a parità di condizioni di umidità, di temperatura e di aereazione, possa esercitare una notevole influenza sull' attività morbigena spiegata dal parassita. Fra tutte le terre, la vegetale è quella che si mostrò più virulenta. Al dire poi del Tommasi la produzione della Malaria è indipendente dai processi di putrefazione che si verificano nel terreno, sebbene si trovino spesso riuniti nel medesimo luogo. Questa distinzione può essere motivo di meraviglia, ed anche di diffidenza.

---

(1) *Marchiafava e Cuboni.* Nuovi studi sulla natura della malaria. (Atti R. Acc. Lincei. 5 Decembre 1880).

(2) *Perroncito.* Parassiti dell' Uomo e degli Animali. Milano, 1882, p. 48.

Finalmente il Tommasi ha verificato ciò che altri avevano prima di lui riconosciuto, cioè che l'atmosfera, contro l'opinione di quelli che ammettevano che il contagio malarico potesse essere trasportato dai venti a grandi distanze, cessa di essere malarica in *grado virulento* a non molta distanza dal focolaio di produzione. Se l'aria che cuopre e circonda il centro infezioso è perfettamente calma, essa diviene sprovvista di germi malarici a pochi metri di altezza nel senso verticale, a poche centinaia di distanza nel senso orizzontale. Gli strati inferiori dell'aria a contatto col terreno si caricano di malaria poco dopo il levare del sole, e sull'ora del tramonto.

Esaminando attentamente i lavori del Klebs e del Tommasi, non può negarsi che sorgono spontaneamente nell'animo alcuni appunti, che si potrebbero muovere alle conclusioni che gli autori traggono dai loro esperimenti. Alcune di queste obiezioni sono relative, se non ai principii o ai processi usati, almeno al modo con cui gli autori interpretano i fatti osservati. Fu domandato prima se gli animali scelti per la prova, fra i quali ve ne erano di quelli reputati refrattari a contrarre la Febbre, erano i più adatti per tali esperimenti; e se perciò dai fenomeni clinici osservati e dalle lesioni anatomiche riscontrate, si poteva a tutto rigore trarre delle conclusioni applicabili all'uomo. E poi le alterazioni prodotte negli animali erano veramente tali, da dichiarare la malattia una Febbre da Malaria, oppure non si era prodotto che una Septicœmia?

Lo studio intrapreso dai citati autori è lungi dall'essere completato, e lo stesso Tommasi parlando delle sedi di elezione del parassita, e del modo col quale si genera l'accesso e del come si produce l'intermittenza, lo dichiara esplicitamente, quando dice: « Vi parlo, come vedete, di probabilità e non di certezze, perchè questo studio eziologico della Malaria è appena iniziato, e grande è ancora il numero delle osservazioni e degli esperimenti che è necessario di fare, prima che ci possiamo permettere di formulare con sicurezza la teoria scientifica della infezione malarica (1). »

Qualunque cosa sia per succedere del *Bacillus malariæ*, quale agente specifico della infezione palustre, bisogna confessare che fra tutti gli studi fatti per provare la natura parassitaria della malattia, quelli del Klebs e del Tommasi sono i soli che meritino un attento esame.

Dopo ciò si potrebbe credere che dovesse terminare la numerazione dei parassiti, ai quali si attribuisce la infezione palustre. Il dott. Laveran però porge con le sue nuove scoperte una ragione di più agli avversari del parassitismo, per dire che il numero grande dei Microrganismi trovati e sospettati, è un argomento contro la verità delle nuove dottrine.

Il Laveran (2) ha descritto ultimamente un nuovo parassita trovato nel sangue dei malati, al quale assegna la natura amiboide, e che si presenterebbe sotto tre forme:

(1) *Tommasi-Crudeli.* Istituzioni di Anatonia Patologica, Torino, 1882. Vol. I, p. 167.

(2) *Laveran.* Sur un nouveau parassite trouvé dans le sang des malades de fièvre intermittente. (Bull. Ac. d. Med. p. 1235. 1880.).

—— Nature parassitaire des accidents de l'impadulisme. (Rev. scientif. 1882. p. 527).

1.° Di elementi allungati, cilindrici, curvi a mezza luna, con macchia centrale, nerastra e granulosa.

2.° Di elementi rotondi un poco più piccoli delle emazie, talora immobili, tal'altra mossi da lunghi tentacoli inseriti sul margine.

3.° Di elementi come i precedenti, ma più grossi.

Il Laveran ritiene che il parassita da lui scoperto non sia un vegetale, ma sibbene un *Ematozoario* vicino all'infusori, e che propone di chiamare *Oscillaria malariæ.* Secondo il Laveran la presenza di questo parassita rende ragione del modo con cui si comporta l' impaludismo, il quale si presenta sotto forma di malattia parassitaria propriamente detta, e non di malattia miasmatica e virulenta. Ecco dunque che la Febbre intermittente si stacca dal gruppo delle malattie in cui era stata fin qui collocata, e viene a porsi accanto alla Rogna ed alla Trichinosi! Sebbene il Laveran non sia riuscito a coltivare e inoculare i suoi corpuscoli, pur tuttavia l' averli trovati ventisei volte su quarantaquattro, gli fa dire esser molto verosimile che sieno l'agente infezioso della Febbre malarica.

Le osservazioni del Laveran sono state completate dà quelle del Richard di Philippeville. Secondo quest'autore gli elementi descritti dal Laveran come altrettanti parassiti animali, non sarebbero che globuli sanguigni di cui un Microbio farebbe il suo abito speciale, e da dove sortirebbe, una volta raggiunto lo stato adulto. Le granulazioni che il Laveran ha visto nei suoi corpuscoli, sarebbero il primo stadio del parassita incluso nel globulo sanguigno, e i filamenti rappresenterebbero il medesimo parassita adulto che esce dal suo involucro globulare.

Finalmente il Marchand (1) ha scoperto nel sangue dei malati alcuni Microbi in forma di bastoncelli simili a quelli del Laveran, ed altri con apparenza di Micrococchi, uniti a coppie; e lo Ziehl (2) descrive alcuni Schizomiceti bacillari trovati nelle medesime circostanze, ma che ottenuti sopra preparazioni seccate alla fiamma non erano, molto probabilmente, che prodotti artificiali.

21. — Carbonchio.

Il *Bacillus anthracis,* veduto per la prima volta dal Fuchs nel 1848, quindi osservato nel 1855 dal Pollender, dal Rayer, dal Davaine e dal Brauell, studiato più tardi con speciale attenzione dal Delafond, dagli stessi Pollender e Davaine e dal Rivolta, e illustrato più recentemente dal Koch, dal Toussaint e dal Pasteur, fu il primo ad aprir la lista dei Bacteri patogeni. Questo Microfito, che conserva in tutti gli animali identici caratteri anatomici e clinici, si presenta sotto forma di bastoncelli filamentosi, diritti, rigidi, cilindrici, qualche volta composti di due, raramente di quattro segmenti, che presentano talora delle inflessioni ad angolo ottuso in corrispondenza degli

(1) *Marchand.* Kurze Bemerkung zur Aetiologie der Malaria. (Virchow's Arch. Bd. LXXXVIII).

(2) *Ziehl.* Einige Beobachtungen über den Bacillus Malariæ. (Deutsch. med. Wochenschr. 1882).

articoli, molto sottili relativamente alla loro lunghezza, che può giungere fino a 0,^{mm}01 e 0,^{mm}5 (Davaine).

Le figure 1, 2, 3 e 4 della Tav. IX riproducono il *Bacillus anthracis* sotto diversi aspetti. La Fig. 1 è presa ad imprestito dal Tommasi-Crudeli. La Fig. 2 rappresenta, secondo i disegni del Toussaint, il *Bacillus anthracis* quale si osserva nel sangue, e lo sviluppo che dopo poche ore può assumere, se coltivato in favorevoli condizioni. La Fig. 3 fa vedere le spore del Bacillo e il loro accrescimento, fino a ridursi in bastoncelli adulti.

Fu il Delafond che nel 1860 nei suoi esperimenti sulla cultura dei Bacteri, stabilì i caratteri differenziali fra i Vibrioni della putrefazione ed i Bacilli del Carbonchio; e fu il Koch (1) che coltivando questo Bacillo, giunse a determinare le sue fasi di sviluppo e il suo modo di moltiplicazione, ed insieme al Cohn a dimostrare la sua natura sporigena. I lavori ulteriori del Toussaint hanno fatto maggiormente conoscere il modo con cui si formano e si dispongono le spore nell'interno del filamento. Le spore che si sviluppano in numero di tre, sei ed otto, nei rigonfiamenti prodotti per addensamento dei bastoncelli, che avviene in certi punti in modo da formare dei veri sporangi, si rendono libere in seguito al disfacimento dei filamenti. (Tav. IX, fig. 4). Queste spore oggigiorno hanno acquistato nella propagazione del Carbonchio un' importanza maggiore dello stesso Bacillo. Già fino dal 1876 il Koch aveva dimostrato che i filamenti bacillari non erano che pochissimo resistenti, mentre le spore mantenevano lungamente intatta la loro attitudine a germogliare, tantochè si conservavano attive anche dopo essere state per quattro anni allo stato di essiccazione, o averle lasciate per mesi intieri in mezzo a liquidi putrefatti. Una ebullizione, sia pure prolungata, non arriva ad uccidere queste spore, come pure un freddo intenso, quale fu quello di 111° C. al di sotto di zero adoperato dal Frisch (2).

Il Bacillo del Carbonchio è essenzialmente aerobio, ed in mancanza di ossigeno il suo contenuto diventa torbido, si divide in piccoli frammenti e scompare. La temperatura più favorevole alla sua vegetazione è compresa fra i 35° e 37°. A 30° le spore si sviluppano con più difficoltà; dai 18° ai 20° impiegano tre giorni. Al di sotto dei 18° fino ai 12°, i Bacteri cessano di moltiplicarsi, come ai 40° la loro evoluzione si fa con stento, e non avviene che raramente a 45°. La facoltà del *Bacillus anthracis* di assorbire prontamente l'ossigeno, del quale è avidissimo, ha fatto credere che nel Carbonchio la morte avvenga appunto per questa eccessiva sottrazione di ossigeno al nostro organismo. Contro questa spiegazione stanno però i fatti di morte avvenuta con numero scarso di Bacteri trovati nel sangue, ed oggi tutti i fenomeni della malattia si attribuiscono più volentieri ad una sostanza tossica prodotta dal parassita. Nella nota a pag. 175 abbiamo già accennato, come il Toussaint ed il Pasteur sieno giunti per mezzo di culture ad ottenere un virus carbon-

(1) *Koch.* Die Aetiologie der Milzbrand-krankeiten, begründet auf die Entwickelungsgeschichte des Bacillus Anthracis. (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, von F. Cohn. 1876, p. 277).

(2) *Frisch.* Ueber das Verhalten der Milzbrandbacillen gegen extremniedere Temperaturen. (Med. Jahrb. von d. K. K. Gesell. d. Arzte, 1879, p. 513, 530).

chioso attenuato, capace, se inoculato, d'impartire agli animali la refrattarietà a contrarre la terribile malattia. Il Pasteur non potendo in questo caso, come aveva fatto per lo Schizofito del Colera dei polli, agire direttamente con l'ossigeno per distruggere le proprietà sporigene del Bacillo carbonchioso, immaginò di modificarlo prima, e sottoporlo poi all'azione dell'ossigeno. Infatti avendo egli notato che alla temperatura di 16° o a quella di 45° il Bacillo diventava mostruoso, piriforme e cessava di emettere spore, riproducendosi invece per segmentazione, immaginò di valersi di questo artifizio per ottenere una specie modificata, che conservando il nuovo modo di riproduzione, sottoposta poi, come il Micrococco del Colera dei polli, all'azione dell'osssigeno, perdesse della sua primitiva virulenza, e inoculata agli animali, agisse come un vero vaccino carbonchioso. Non staremo qui a ripetere che gli esperimenti del Pasteur eseguiti sui montoni, confermarono pienamente la ipotesi, e come il successo che ne ottenne al Congresso Medico di Londra del 1881, fu dei più splendidi.

Abbiamo detto altrove che gli uccelli si mostravano refrattari a contrarre il Carbonchio, e che il Bacillo inoculato nel loro sangue vi restava indifferente e sterile. Il Pasteur colpito da questo fatto, ebbe l'idea che la immunità potesse attribuirsi alla temperatura maggiore che ha il sangue degli uccelli, e che un calore di 41° a 44° come era eccessivo nelle culture artificiali, così nel corpo animale riuscisse poco adatto alla germinazione e riproduzione del Microfito. Partendo da questo concetto il Pasteur immerse una gallina in un bagno freddo, in modo che la temperatura dell'animale non fosse superiore a quella dei mammiferi, e inoculò il Carbonchio. La gallina ne morì, ed il suo sangue era pieno di Bacilli.

La necessità che ha il Bacillo carbonchioso di trovare per il suo sviluppo la temperatura adatta nel sangue, è anche maggiomente dimostrata da un altro esperimento del Pasteur, che giunse ad arrestare il Carbonchio in una gallina, che dopo l'inoculazione era stata posta in un bagno freddo, solamente riscaldando l'animale; e dall'altro fatto resultante dalle esperienze del Gibier (1) che le rane, del pari refrattarie al Carbonchio nelle condizioni termiche che loro sono normali, possono contrarre la malattia se poste in un bagno caldo che ne inalzi la temperatura.

Lo Chauveau ha dimostrato che nella medesima specie di animali, alcune razze resistono alla infezione carbonchiosa. Tale è appunto il caso dei montoni di Algeria refrattari in maggioranza alle inoculazioni, che uccidono immancabilmente tutti i montoni di Francia. Qui dunque non è più una differenza nello stato fisico del sangue, ma sibbene o variazioni chimiche che sfuggono alla nostra analisi, o condizioni anatomiche differenti, ma del pari sconosciute.

Questi fatti che si riferiscono alle attitudini biologiche del Bacillo carbonchioso, dimostrerebbero sempre più quanto alcuni Bacteri sieno sen-

(1) *Gibier.* Comp. Rend. Ac. Sc. t. XCIV, p. 1065.

sibili ai diversi ambienti nutritivi, e come la loro evoluzione rimanga sempre subordinata alle condizioni in cui si trova la materia che deve nutrirli.

La presenza costante del *Bacillus anthracis* nel sangue dei malati di Carbonchio; le inoculazioni dirette eseguite sugli animali col parassita isolato; il fatto che nelle specie refrattarie alla malattia, inoculando il sangue carbonchioso carico di Bacilli, questi non si riproducono nel sangue dell'animale inoculato, dimostrano abbastanza l'ufficio che questo Schizomiceto ha nella produzione del Carbonchio. Gli argomenti che corroborano questo modo di concludere possono ridursi ai seguenti:

1.° I Bacilli non si producono dopo l'apparizione dei fenomeni morbosi, ma li precedono.

2.° La presenza dei Bacilli nella pustula maligna; ciò che dimostra che essendo essi un elemento costituente di questa, il Carbonchio ha per elemento essenziale i Bacilli.

3.° Il sangue di Carbonchiosi è capace di trasmettere la malattia solo se contiene Bacilli.

4.° L'assenza frequente dei Bacilli nel sangue del feto, mentre il sangue della madre a cui si è inoculato il Carbonchio ne è ripieno.

L'ultima conclusione resulta dalla seguente esperienza del Davaine. A un porcellino d'India in gestazione, fu inoculato il sangue carbonchioso di un porcellino, il quale era stato ammalato col sangue di un uomo morto per Carbonchio. Il porcellino incinto morì dopo due giorni dell'inoculazione. L'utero racchiudeva un sol feto. Il sangue della madre e della placenta formicolava di Bacilli, ma il sangue del feto ne era privo affatto. Le inoculazioni praticate col sangue della madre e con quello della placenta produssero sempre la malattia, mentre il sangue del feto si mostrò costantemente innocuo. Ciò dimostra che se il contagio carbonchioso consistesse in un virus sottile, non avrebbe certo trovato alcuno impedimento a passare dalla madre al figlio, nei frequenti scambi che succedono fra loro durante la gestazione.

Queste medesime esperienze del Davaine sulla non trasmissibilità del Carbonchio dalla madre al feto, erano state ripetute dal Brauell (1) e dal Böllinger (2) con uguali resultati; ma osservazioni più recenti dello Strauss e dello Chamberland (3) hanno posto in chiaro che il sangue del feto può contenere spesso dei Bacteri, nella stessa maniera che accade per il Colera dei polli.

Quantunque non si possano mettere in dubbio le trasformazioni che subisce il Bacillo carbonchioso, nè impugnare i fatti di analogia che lo fanno causa dell'alterazione del sangue e della malattia consecutiva, pure non tutti hannò adottato questa teoria per spiegare lo sviluppo e la trasmissione del Carbonchio.

---

(1) *Brauell.* Weitere Mittheilungen über Milzbrand und Milzbrandblut. (Virchow's Arch., 1858).

(2) *Böllinger.* Ueber die Bedeutung der Milzbrand Bacterien. (Deutsch. Arch. f. thier. Med. etc. 1876).

(3) *Strauss* et *Chamberland.* Recherches éxpérimentales sur la trasmission des maladies virulentes de la mère au fœtus. (Bull. Soc. d. Biol., 1882).

Il Bert faceva vedere che uccidendo i Bacilli con l'ossigeno, e quindi iniettando negli animali il sangue sbarazzato in tal modo dal parassita, otteneva sempre il Carbonchio, ciò che gli faceva supporre che il vero potere infettante stesse nella parte liquida, e che per conseguenza il Bacillo non fosse il vero agente della malattia. A questi esperimenti rispondeva il Pasteur, che se col metodo del Bert si giungeva a distruggere i Bacilli, restavano intatte le spore, indifferenti all' azione dell' ossigeno, e che erano appunto questi i veri elementi per riprodurre i Bacilli, e con essi i fenomeni del Carbonchio.

Il Fokker (1) al Congresso medico di Londra, dopo aver rammentato che il Bert, il Leplat ed il Jaillard dopo l'inoculazione del sangue carbonchioso, non trovarono i Bacilli nei cadavari morti per l'infezione, cita un caso suo ed un altro appartenente al Toussaint, nei quali il parassita era rappresentato da piccolissime granulazioni, che egli chiama Micrococchi. Aggiunge poi che la inoculazione del sangue contenente tali granulazioni, produsse ora il Carbonchio col Bacillo, ora il Carbonchio senza Bacillo. In quest' ultimo caso fu obiettato al Fokker che poteva trattarsi di semplice Septicoemia anziché di Carbonchio, ma egli, basandosi su i fenomeni della malattia, rimase fermo nella sua opinione. I fatti riportati dal Fokker non hanno avuto, che io mi sappia, altra conferma, ed è possibile che le granulazioni da lui vedute e dichiarate Micrococchi, non fossero altro che le spore del *Bacillus anthracis.*

I modi con cui il contagio carbonchioso può penetrare nel nostro organismo e sviluppare la malattia, sono diversi. Il Carbonchio può trametters sia per contatto diretto con gli animali malati, sia indirettamente per mezzo delle bevande, degli alimenti e dell' aria. Qualunque però sia la porta d' ingresso da cui entra il contagio, è un fatto che la prima nidificazione del Bacillo succede nella pelle, producendo quelle alterazioni particolari conosciute col nome di *Pustola maligna,* di *Carbonchio* o di *Antrace maligno.* Il Pasteur dà alcune spiegazioni sul modo di propagazione del contagio, basandosi sul fatto della eccessiva resistenza che offrono le spore a tutti gli agenti di distruzione, e sul loro straordinario potere di infezione; e fa vedere come la malattia possa trasmettersi per mezzo dell' aria, anche quando l'animale carbonchioso sia stato, dopo morto, sotterrato a grandi profondità con tutte le precauzioni possibili. Il Pasteur infatti potè constatare grande quantità di spore nel fondo della fossa ove era stato seppellito l' animale, e ve le trovò dopo lunghissimo tempo, e con esse riuscì sempre, inoculandole sotto la pelle, a produrre l' infezione. Ciò però non spiegava in qual modo queste spore potessero essere disseppellite e portate in giro dall' aria, in maniera da rendersi ragione della comparsa del Carbonchio in regioni abbastanza lontane dal luogo della sepoltura. Secondo il Pasteur i molti vermi che brulicano nel suolo, sarebbero gli esseri incaricati di portare alla superficie del terreno le spore carbonchiose. Infatti esaminando gli escrementi di tali vermi il Pasteur trovò sempre la presenza delle spore. Dunque i vermi

(1) *Fokker.* Transactions etc., Vol. I, p. 330.

15

del suolo, sia con i loro escrementi, sia coi monticelli terrosi che accumulano per venire alla superficie, ricondurrebbero meccanicamente alla luce del giorno i germi carbonchiosi già sepolti, ed i venti poi s' incaricherebbero della loro diffusione.

Il Cohnheim basandosi sui fatti precedenti, dichiara il Carbonchio una malattia del suolo. Il Pasteur, insieme allo Chamberland ed al Roux, dimostrò che allorquando si mescola alla terra del sangue carbonchioso, il Microfito si conserva allo stato di germe, e si moltiplica benissimo, specialmente se la terra sia stata innaffiata con dell' acqua di lievito, con della orina o con dei liquidi delle concimaie. Da questo lato l'esperienze sono tutte positive, e si può ritener dimostrato che il *Bacillus anthracis* cresce e si moltiplica dentro il terreno. Il Pettenkoffer nell' esperienze del Pasteur, e nei fatti osservati dal Poincarré annunziati nel 1880 all'Accademia delle Scienze di Parigi, trova dunque una dimostrazione scientifica per sostenere la sua teoria della conservazione e della evoluzione dei germi dentro il suolo.

In questi ultimi anni (1880) il Büchner (1), in un lavoro ispirato dal Cohn, dichiara che il contagio carbonchioso non è necessariamente endogeno, ma che può avere un' origine esogena. Per lui il Bacillo del Carbonchio proverrebbe dal Bacillo del fieno, col quale ha grandi rassomiglianze morfologiche. Il Büchner anzi sarebbe giunto a trasformare il primo nel secondo, per mezzo dell' agitazione permanente del liquido di cultura, ed avrebbe ottenuto resultati inversi con un processo analogo, e adoperando come liquido nutritivo il sangue di coniglio sfribrinato. Sembra però da alcune più recenti osservazioni del Koch, che la metamorfosi annunziata dal Büchner non sia possibile, e che alcune trascuranze nel modo di sperimentare l' abbiano indotto ad erronee conclusioni. Se però le osservazioni del Büchner ricevessero conferma da altri sperimentatori, dimostrerebbero un fatto di grande importanza, che cioè il Carbonchio non è costretto ad uno sviluppo continuo, e che può assumere il carattere di malattia spontanea. Ciò proverebbe anche una volta quanto poco si possa fare assegnamento su i caratteri morfologici di questi organismi, e le esperienze del Büchner, poste d' accordo con la scoperta del Toussaint della vaccinazione carbonchiosa con un sangue privo di Bacilli, tenderebbero a dimostrare che le modificazioni impresse al sangue dalla evoluzione nutritiva dei microfiti, hanno un' importanza altrettanto grande quanto la presenza di questi organismi.

22. — Morva.

Al Christôt ed al Kiener si deve la scoperta di numerosi Bacteri nella Morva umana acuta e cronica, e anche negli animali inoculati, contemporaneamente ad un aumento di globuli bianchi, il che pure fu veduto dal Trasbot nel cavallo. Nulla di preciso sappiamo circa ai Micrococchi trovati dall'Hallier

(1) *Büchner Haus.* Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums aus den Heupilzen nebs Versuchen über die Entstehung des Milzbrandes durch Einathmung. München, 1880.

sulla muccosa dei seni frontali e nel sangue. L'Hallier, coltivando le spore del parassita, ottenne un fungo speciale, il *Malleomyces*, le cui forme confrontate con quelle del fungo della Sifilide, non avrebbero mostrato differenze apprezzabili fra queste due varietà.

Studii più recenti porterebbero che il Microbio della Morva si presenta in forma di bastoncelli molto simili a quelli della Tubercolosi, ma che ne differiscono per il modo di comportarsi coi reattivi coloranti. Il Bouchard, il Capitan e lo Charrin (1) hanno coltivato lo Schizomiceto, ed inoculato quindi il prodotto della cultura in due asini. Uno degli animali morì al nono giorno, l'altro al quindicesimo. Nel primo apparvero nodosità ai polmoni ed ai genitali; nel secondo all'ingresso delle vie respiratorie e digestive. Sebbene il Lœffler e lo Schütz (2) abbiano ripetute queste esperienze con qualche resultato, tuttavia siamo ancora lontani dall'aver raccolto quanto occorre a formulare una conclusione affermativa.

23. — Rabbia.

Lo stesso della Morva può dirsi per la Rabbia e per i Micrococchi trovati nelle secrezioni buccali, nei vasi e nelle glandule linfatiche di uomini o di animali morti per Idrofobia. L'Hallier ha indicato il *Lyssophytum suspectum* come il vero contagio della Rabbia. Il Microfito in forma di 8 in cifra, scoperto dal Pasteur nella saliva di un bambino idrofobo, e che inoculato ai porcellini d'India era riuscito mortale, è stato trovato altresì nella saliva di un uomo sano. Non è dunque a tal Microbio, che si potranno rivolgere i parassitisti per spiegare la Rabbia secondo la loro teoria. Nè hanno maggior peso gli esperimenti del Wright che iniettava la saliva, o le prove di quelli che dopo l'inoculazione del sangue, vedevano manifestarsi i fenomeni della malattia negli animali sacrificati.

Noi sappiamo che fra tutti i contagi il virus rabido è quello che ha un periodo d'incubazione lunghissimo. Gli esperimenti hanno verificato che il contagio si ritrova nella bava, nella muccosa della bocca, in quella della faringe e nelle glandule linguali. Ma il vero luogo di elezione del virus è nel cervello e nel bulbo rachidiano. Fu primo il Duboué di Pau che in seguito a studii di anatomia patologica e di fisiologia sperimentale, fu condotto a questa scoperta, ma stava più particolarmente al Pasteur il dimostrarlo, annunziando di aver trovato un modo rapido e sicuro per produrre l'infezione rabbiosa.

Il metodo del Pasteur consiste nel collocare a contatto della superficie del cervello di animali, frammenti di bulbo o di cervello di altri animali morti per Idrofobia. Gli esperimenti sono riusciti tutti positivi, ed i cani posti in prova morirono tutti dopo tre settimane con i fenomeni della Rabbia malin-

(1) *Bouchard, Capitan* et *Charrin*. Notes sur la culture du Microbe de la Morve, et sur la trasmission de la maladie à l'aide des liquides de culture. (Gaz. Hébd., 1882).
(2) *Lœffler und Schütz*. Deutsch. med. Wochenschr. 1882.

conica, o della Rabbia furiosa. Si aggiunga che con tal modo di esperimentare il periodo d'incubazione fu ridotto ad una durata di una o due settimane.

Dagli esperimenti del Pasteur si trae la conclusione che il virus rabido, più che nella saliva e nelle glandule salivari, ha sede nel sistema nervoso, e in particolar modo nel bulbo. Le iniezioni intravenose della saliva non produssero sempre la Rabbia, ma quelle di frammenti di bulbo la determinarono senza eccezione. Negative le iniezioni e le trasfusioni del sangue degli idrofobi, e per conseguenza la conclusione che questo liquido non è adatto a trasmettere la Rabbia.

Il Pasteur dimostrava inoltre che senza arrivare ad isolare dal virus rabido l'agente tuttora incognito della Idrofobia, si poteva con la inoculazione nelle differenti specie di animali, ottenere virulenze variabili a seconda della specie prescelta. Con questa cultura del *virus rabido* il Pasteur arrivò ad attenuare la sua azione a tal punto, che inoculato in ventitrè cani riuscì a renderli refrattari a contrarre la malattia.

Non so veramente se da questi fatti si possa a tutto rigore concludere, come fanno taluni, che l'infezione rabida è dovuta ad uno Schizomiceto, il quale trovi terreno favorevole al suo sviluppo nel sistema nervoso e nel bulbo in particolare, per il solo fatto che frammenti di bulbo messi a contatto col cervello denudato, o introdotti nel circolo sanguigno, hanno prodotto l'Idrofobia. Può essere che il parassita si trovi, ma ancora è ben lungi dall'essere non che dimostrato, nemmeno veduto.

La possibilità per mezzo di culture e di inoculazioni dell'*intero virus*, di rendere minore la sua azione specifica, ed ottenere questo resultato senza ricorrere ad isolare e coltivare separatamente il Microbio, come si è fatto col Bacillo del Carbonio e col parassita del Colera dei polli, dimostrano che per spiegare la malattia non è necessaria la presenza di uno Schizofito allo stato di purezza, e che i medesimi effetti di attenuazione si possono avere operando con un virus; ciò che fa vedere che questa proprietà non è esclusiva dei fermenti organizzati.

24. — Sifilide.

Sappiamo che il contagio sifilittico è un contagio endogeno e fisso, cioè non è capace di diffondersi per mezzo dell'aria, ma soltanto per mezzo del sangue o degli altri liquidi di secrezione, prodotti da infiammazioni o da ulcerazioni specifiche.

Anche la Sifilide dovrebbe essere di natura parassitaria, ed il Klebs (1) propone di chiamare *Helicomonas syphiliticum* un organismo in forma di Micrococchi, che nelle culture artificiali assume l'aspetto di una massa globosa ripiena di granulazioni, fra loro riunite in modo da formare un elica (2).

---

(1) *Klebs.* Ueber Syphilis Impfung bei Thieren. (Prag. med. Wochenschrift, 1878).
——— Das Contagium der Syphilis, eine experimentalen Studien. (Arch. f. exper. Path. 1879)

(2) Vedi le figure che riproduce il Tommasi-Crudeli a pag. 129 e 130 delle sue Istituzioni di Anatomia patologica. Torino, 1882.

Questo Microrganismo, secondo il Klebs, sarebbe il contagio sifilittico, essendogli riuscito con l'iniettarlo nel sangue a produrre la Sifilide in una scimmia.

Ma non è il solo Klebs che crede di aver dimostrato la natura parassitaria della Sifilide. Molti altri si disputano questo onore, ed ognuno, come è naturale, tien fermo per il suo parassita.

Il Donné fino dal 1836 e 1837 scriveva: « che il pus delle ulceri del glande e della vulva, era il solo nel quale avesse trovato dei Vibrioni (che non erano altro che il *Vibrio lineola* del Müller), e che in pari tempo era il solo capace di produrre per inoculazione, in modo certo, la pustola caratteristica. » L'esperienze del Donné non provano gran cosa, perchè le inoculazioni furono fatte con l'intiero pus, sebbene carico di Vibrioni, e da questo lato la speranza del Donné di avere scoperto l'agente del contagio, non è davvero giustificata.

Anche l'Hallier annunziò in altri tempi il suo parassita, come il Salisbury ebbe il suo nella *Crypta syphilitica*, che poi vide anche nel pus della Blenorragia; l'Aufrecht (1) nei Micrococchi voluminosi trovati nei neoplasmi sifilittici; il Birch-Hirschfeld (2) nei bastoncelli e nei Micrococchi disposti in masse o isolati negli elementi cellulari delle gomme.

Ad onta del resultato che il Klebs dice avere ottenuto nella scimmia, diremo, per esser giusti, che egli stesso non considera le sue esperienze come assolutamente dimostrative, e noi aggiungeremo che onde provare la natura parassitaria della Sifilide, bisogna attendere nuovi e più concludenti fatti, non dimostrando assolutamente nulla le ultime osservazioni pubblicate dal Martineau e dall'Hamonci (3), che riuscirono ad inoculare la Sifilide per mezzo di un liquido, in cui aveva soggiornato per 24 ore un ulcera dura!

25. — Lebbra.

Si vuole dovuta ad un Bacterio bacillare, scoperto e illustrato quasi contemporaneamente dall'Hansen (4), dall'Eklund (5) e dal Neisser (6); verificato dipoi dal Cohn, dal Cornil e Suchard (7), dal Gaucher (8), e dall'Hillairet (9), dal Majocchi e C. Pellizzari (10).

---

(1) *Aufrecht.* Syphilismikrokokken. (Centralbl. f. med. Wissensch, 1881).

(2) *Birch-Hirschfeld.* Bakterien in Syphilis Neubild. (Centralbl. f. med. Wissensch, 1882).

(3) *Martineau* et *Hamonci.* (Bull. Acc. Méd. 1882).

(4) *Hansen.* Forelœbige Bidrag til Spedalsk Hedens Karakteristick. (Nord. Med. Arch. t. I, N. 13, 1874.

——— Bacillus Lepræ. (Virchow's Arch. Bd. LXXIX, 1880).

(5) *Eklund.* Ueber Elephantiasis Græcorum oder Lepra Arabum. Stokolma, 1879.

(6) *Neisser.* Beiträge zur Aetiologie der Lepræ. (Bres. Arztl. Zeit., 1879).

(7) *Cornil* et *Suchard.* Note sur le siège des parasites de la Lèpre, (Ann. d. Dérmat et Syph.. 1881, p. 653).

(8) *Gaucher.* Bactéries de la Lèpre. (Progrès med., 1881).

(9) *Gaucher* et *Hillairet.* Parasitisme de la Lépre. (Progrès. mèd., 1680).

(10) *Majocchi* e *C. Pellizzari.* Studi ematologici nei leprosi. Ricerche micologiche. (Arch. Anat. pat. Firenze, vol. II, 1882).

All' Hansen a vero dire si deve la prima scoperta dello Schizomiceto della Lebbra. Ispettore del servizio dei lebbrosi a Bergen, aveva raccolto numerosi fatti che dimostravano la presenza di un parassita nei tubercoli lebbrosi. Quasi contemporaneamente, o poco dopo, l'Eklund ed il Neisser intrapresero i medesimi studi. Il Bacterio della Lebbra è un Bacillo, il *Bacillus Lepræ*, che si trova in forma di bastoncelli corti e sottili, isolati in mezzo ai tessuti, o inclusi negli elementi cellulari. Tanto l'Hansen quanto il Neisser, erano di parere che il Bacillo non si trovasse abitualmente nel sangue e nei vasi sanguigni, ma più probabilmente nella linfa e nei vasi linfatici. Contrariamente a questa opinione, l'Eklund nel 1879 ed il Gaucher nel 1880, sostennero che il sangue dei lebbrosi conteneva i Bacilli. Questa scoperta ha ricevuto ampia conferma dalle recenti investigazioni micologiche eseguite dal Majocchi e da Celso Pellizzari; le conclusioni a cui giungono gli Autori sono le seguenti:

1° Nel sangue dei lebbrosi, come nei tessuti, vi ha presenza di Schizomiceti che si mostrano sotto forma granulare, o sotto forma allungata o bacillare.

2.° La presenza degli Schizomiceti nel sangue si verifica nel periodo eruttivo della Lebbra, o per meglio dire al ripetersi di ogni eruzione.

3.° Gli stessi microrganismi si riscontrano più appariscenti nei tubercoli in pieno sviluppo, che non in quelli arrivati allo stato atrofico.

4.° Gli Schizomiceti possono venire eliminati dal sangue in certi periodi della Lebbra, a simiglianza di altre materie infettive; di qui le difficoltà di trovarli in tutto il decorso della malattia (1).

Che esistano dunque speciali Bacteri nella Lebbra è indiscutibile, perchè tutti gli autori che hanno trattato l'argomento si accordano nel dirli costanti, ma questo per ora non è bastevole a farli dichiarare i veri agenti infeziosi, inquantochè pochissimi sono i tentativi di cultura e di inoculazione del parassita, e se le culture sono state possibili nelle mani del Gaucher e dell' Hillairet, le inoculazioni praticate sui conigli sono riuscite *sempre negative.*

26. — Tubercolosi.

Fino dai tempi antichi la Tubercolosi fu sospettata contagiosa, ma non mai dimostrata. Sembra che il Malin nel 1839 fosse il primo che riuscisse a riprodurre la malattia negli animali, inoculando la materia tubercolosa, come più tardi, nel 1843, pare che il Klenk ottenesse i medesimi resultati. Osservazioni successive, ma più precise, si debbono al Villemin (2), il quale anzi per gli Autori francesi dovrebbe riguardarsi come il primo a fornire la

(1) *Majocchi* e *C. Pellizzari.* Loc. cit.

(2) *Villemin.* Causes et nature de la Tuberculose. (Bull. Acc. Méd., 1866, t. XXXII, p. 152, et 897).

—— Études sur la Tuberculose. Paris, 1868.

dimostrazione scientifica della contagiosità, avendo esperimentato con resultato non dubbio sui conigli e sopra i porcellini d'India. Da quel tempo si accumularono molte osservazioni del medesimo genere, e comparvero gli studi dell'Herard, del Parrot, del Lebert, del Roustan, dello Chauveau in Francia; del Waldenburg, del Klebs, del Bernhardt e del Gerlach in Germania; del John Simon, dell'Andrew Clark, e del Wilson Fox in Inghilterra; dell'Armanni in Italia, e più recentemente del Dieulafoy e del Krishaber. Il Cohnheim riuscì ad avere resultati positivi, iniettando la materia tubercolosa nella camera anteriore dell'occhio, ed il Tappeiner, per dimostrare che l'aria poteva farsi veicolo del contagio tubercolare, produceva la malattia nei cani, insufflando nelle loro cuccie gli spurghi polverizzati dei tisici. Non tutti però accettarono la dottrina del contagio, che ebbe anzi valenti contradittori nell'Hebert, nel Wyss, nel Bourdon Sanderson, nel Colin, nell'Empis, nel Waldenburg e nel Metzquer, i quali dimostrarono potersi avere lo sviluppo di granulazioni simili a quelle tubercolose, iniettando sotto la pelle materię purulente o cancerose del polmone infiammato. Anzi il Brown Sequard otteneva identiche granulazioni, inoculando materie inerti o prodotti estranei alla tubercolosi, come licopodio, pepe rosso, cantaridi ecc. Si deve specialmente al Martin (1) la dimostrazione che le granulazioni determinate dai prodotti non tubercolosi, o dai corpi inerti o irritanti, malgrado la loro apparente identità di aspetto e di struttura, differiscono dalle vere granulazioni tubercolari.

Nello stato presente della scienza sembra dunque potersi ritener dimostrata la natura contagiosa della Tubercolosi. Il contagio tubercolare è endogeno, e la sua trasmissione dall'ammalato al sano può accadere in varie guise, perocchè la materia infettante non si trova soltanto nelle secrezioni morbose degli organi affetti da tubercolo, ma una volta che l'infezione è divenuta generale, può uscire dall'organismo per mezzo delle secrezioni normali. Tutti gli studii fin qui rammentati provano il carattere specifico e infezioso della malattia, ma non già la sua natura parassitaria. Di fronte al problema da risolversi, due possono essere le opinioni; o si tratta cioè di un contagio animato che penetra nella economia dal di fuori, oppure di un contagio che in date condizioni si genera nello stesso organismo. Le osservazioni che si posseggono fino a questo giorno, e specialmente i recenti studii del Koch, fanno ammettere come vera la prima spiegazione.

Nel 1875 il Klebs aveva emessa l'ipotesi che nella Tubercolosi vera si potrebbe scoprire un fermento figurato, origine della malattia. Più tardi egli credè di averlo trovato in una Bacteriacea sotto forma di piccolo Micrococco, che chiamò *Monas tuberculosum,* e che venne ammesso anche dal Reinstadtler. Lo Schüller (2) però ha potuto osservare il Micrococco del Klebs riunito in gruppi, anche nel Lupo e nelle Linfangiti scrofolose, dopo l'ino-

---

(1) *Martin.* Recherches anatomo-pathologiques et expérimentales sur le Tubercule. (Arch. de Phys., 1881, p. 49).

(2) *Schüller.* Exper. u. istol. Unters. über Enstehung und Ursachen der Skrophulosen. Stuttgard, 1880.

culazione di frammenti ridotti in poltiglia, come il Doutrelepont (1) ha constatato la presenza di Bacilli in sette casi di Lupo scrofòloso, e C. Pellizzari (2) ha annunziato recentemente di aver trovato il Bacillo della Tubercolosi nelle gomme scrofolose.

Dopo il Klebs, cioè nel 1881, l'Aufrecht (3) scopriva nelle granulazioni tubercolari, dei bastoncelli di lunghezza doppia della larghezza, e l'Eklund (4), circa nella medesima epoca, descriveva come proprio della Tubercolosi un Micrococco, il *Micrococcus phthisis dryotemenos,* da far distinguere la malattia dalla polmonite caseosa. Anche il Toussaint riuscì a coltivare un Micrococco speciale, composto da minutissime granulazioni geminate o riunite in ammassi, che per mezzo di culture potè riprodurre fino alla quindicesima generazione. L'inoculazione di questo Microfito produceva prima una tubercolosi locale, poi generale.

Tutti i fatti posseduti fino a questo punto non erano sufficenti a provare la natura parassitaria della malattia; se non che il Koch (5) in questi ultimi tempi sarebbe giunto a porre in evidenza, non solo il parassita della Tubercolosi ed a dimostrarlo costante, ma ad isolarlo, a coltivarlo, e con la inoculazione negli animali, a riprodurre la malattia iniziale. Il Microfito del Koch non è più la Monade del Klebs, nè il Micrococco del Toussaint o quello dell'Eklund, e nemmeno il Bacillo dell'Aufrecht; ma è uno Schizomiceto che si presenta sotto forma di bastoncelli, provvisti di movimenti esclusivamente molecolari, molto simili a quelli della Lebbra, ma più sottili che in questa, più lunghi di quelli descritti dall'Aufrecht, e piuttosto analoghi a quei Bacilli, che il Baumgarten (6) annunziava di avere scoperto quasi contemporaneamente al Koch. (Tav. IX, fig. 5).

I Bacilli del Koch sono sporigeni, ma si trovano anche senza spore. Il fatto di un Bacillo sporigeno potrebbe far credere che i granuli minutissimi visti dal Klebs, dallo Schüller e dal Tommasi-Crudeli, che si trovano entro i vasellini sanguigni e linfatici, e negli spazi canaliculari del connettivo nei primordi del processo tubercolare, non sieno altro che le spore del Bacillo del Koch.

Il *Bacillus Kochii* si trova sempre in gran numero nelle infiammazioni tubercolose, specialmente riunito in fascicoli entro gli elementi cellulari, ma si può vedere anche libero, quando abbia sede alla periferia del focolaio tubercoloso. Accumulato da per tutto, quando il processo morboso è nel primo periodo, diminuisce di numero quanto più le lesioni sono antiche, ma raramente manca del tutto; il che però avviene, se il processo inflammatorio specifico sia già cessato.

Il Koch ha dimostrato la presenza costante di questo Bacillo nelle re-

(1) *Doutrelepont.* Monatschr. f. prakt. Dermat. 1881.
(2) *Pellizzari C.* Bacilli della Tubercolosi nelle gomme scrofolose. Siena. 1884.
(3) *Aufrecht.* Die Aetiologie der Tuberculose. (Centralblat. f. d. med. Wissensch, 1882).
(4) *Eklund.* Vraie cause de la Phtisie pulmunaire inféctieuse. Stockolma, 1880.
(5) *Koch.* Die Aetiologie der Tuberkulose. (Berlin. Klin. Wochenschrift, 1882, p. 221).
(6) *Baumgarten.* Centralblat. f. med. Wissensch. 1882.

centi formazioni tubercolari, mediante l'uso dell' azzurro di Metile, combinato con l'altra sostanza colorante, la Vesuvina. Egli ha così potuto scoprire il Microfito, non solo nelle granulazioni tubercolari del polmone, del cervello e dell'intestino, ma ancora nei focolai della pneumonite caseosa, nelle adeniti strumose, nell'interno delle fungosità articolari e negli spurghi dei tisici, anche se da lungo tempo seccati.

Il Koch coltiva i suoi Bacilli nel siero di sangue di bove, concentrato per mezzo di successive e lente evaporazioni alla temperatura di 58°, e poi seccato ad un calore di 65°. Con questo modo egli intende di impedire la coagulazione delle sostanze albuminoidi del siero, e pretende di uccidere a quella temperatura gli altri germi di Bacteri che potesse contenere. È su questo ultimo punto, che credo possa formularsi una qualche obiezione al processo del Koch, non sapendo a vero dire, come egli possa affermare che a quella temperatura ogni altro germe, che non sia il Bacillo della Tubercolosi, debba esser distrutto, quando sappiamo che per esser tranquilli su questo punto, non basta scaldare a 100° e per tempo breve, ma a più alta temperatura e molto più lungamente (1).

Al dire del Koch il Bacillo della Tubercolosi non si sviluppa che ad un calore minimo di 30° e ad un massimo di 41°, mostrando una particolare e caratteristica lentezza nel vegetare, anche nei substrati di cultura più propizi. Dobbiamo al Sormanni (2) alcuni studii sulle proprietà vitali del *Bacillus Kochii.* Gli esperimenti vennero fatti su i liquidi infetti dal Bacillo, sottoponendolo alle digestioni artificiali o al riscaldamento. Le conclusioni a cui giunge l'Autore sono le seguenti:

1.° La virulenza del Bacillo tubercoloso è distrutta non solo dalla temperatura del bollore, ma da una temperatura umida di 60° a 65°.

2.° La digestione artificiale col sugo gastrico di animale omnivoro, distrugge non solo la vitalità del Bacillo, ma ne distrugge le forme.

3.° La distruzione del Bacillo non è fra i primi fenomeni della digestione, anzi è fra gli ultimi a verificarsi.

4.° Una digestione breve o incompleta, per scarsità di sugo gastrico o per deficiente acidità, lascia inalterata la virulenza del Bacillo.

5.° Gli escreati che imbrattano le biancherie dei tisici mantengono per qualche mese la loro virulenza, ma probabilmente questa si perde dopo 4 o 5 mesi.

Gli esperimenti di inoculazione fatti dal Koch, sono stati eseguiti introducendo il prodotto delle culture sia indirettamente nel circolo sanguigno, sia nelle varie parti del corpo, ed hanno avuto sempre un resultato positivo, cioè sono stati seguiti nello spazio di tre a sei settimane da uno stato di Tubercolosi generale, con formazione di tubercoli primordiali in varie parti del corpo, ma più specialmente nel fegato e nella milza.

---

(1) Vedi a questo proposito, Parte IV, Libro II, Cap, VII.

(2) *Sormanni.* Digestione artificiale, riscaldamento e cultura del Bacillo tubercolare. (Ann. univers. d. Med., Vol. 269, 1884).

I Bacilli della Tubercolosi sono stati largamente dimostrati abbondanti negli sputi dall'Heron (1), dal Cochez (2), dal Fraentzel e Balmer (3), e da altri. Gli spurghi sarebbero anzi uno dei mezzi più potenti di disseminazione, perchè, seccandosi e riducendosi in polvere, si spanderebbero per l'aria, e questa, a cagione della resistenza grande del Bacillo agli agenti esterni, si farebbe facilmente veicolo della malattia. I Bacilli si trovano anche nelle feccie dei tisici (Giacomi), ma non so quanto possa esser vera l'asserzione dello Smith (4), che dice di aver trovato questi Schizomiceti nell'aria espirata dai malati. Successive esperienze del Marchiafava avrebbero anzi dimostrata falsa l'asserzione dello Smith, che d'altronde poteva supporsi tale, avendo il Lister (5) annunziato già da lungo tempo, che l'aria che ha attraversato il polmone ha perduto la facoltà di generare la putrefazione, ed avendo il Tyndall (6) dimostrato nel 1869 per mezzo d'ingegnosi sperimenti, che l'aria penetrando nel polmone, vi abbandona qualunque corpuscolo organizzato o inerte, tenuto in sospensione, e che perciò i gas espirati son sempre *otticamente puri*.

Molti autori hanno ripetuto con resultato gli esperimenti del Koch, talchè sembra ormai provato, che il processo tubercoloso deve il suo sviluppo a quel particolare Schizomiceto, che è il *Bacillus Kochii*. Ad onta di questo il Klebs e lo Spina hanno attaccato da due lati diversi gli esperimenti del Koch, mentre alcune indagini recenti del Malassez e del Vignol hanno gettato qualche dubbio sulla costanza del Bacillo, e mentre il Grasset contesta senz'altro la natura parassitaria della Tubercolosi.

Il Klebs (7) in una prima Memoria ha cercato di sostenere che i prodotti tubercolari racchiudono altri parassiti all'infuori dei Bacilli, cioè molti Micrococchi, e che anzi a questi, e non ad altri, si deve lo sviluppo della Tubercolosi; inquantochè il Bacillo del Koch, se da un lato non è costante nella tisi, dall'altro si può trovare anche nelle feccie di uomini sani. Però ultimamente il Klebs, in seguito a indagini più diligenti da lui praticate, e per i molti fatti di altri esperimentatori che confermano le osservazioni del Koch, ha modificato alquanto le sue idee, ammettendo l'esistenza del Bacillo, ma facendo molte restrizioni relativamente alla sua significazione. Lo Spina (8) è anche più esplicito del Klebs. Per lui i Bacilli non appartengono in proprio alla Tubercolosi, e si trovano altresì in molti prodotti non tubercolosi.

La costanza del Bacillo tubercoloso è stata messa in dubbio anche da

(1) *Heron.* (Brit. med. Journ., 1883).

(2) *Cochez.* De la recherche du Bacille de la Tuberculose. (Union méd., 1883).

(3) *Fraentzel und Balmer.* Ueber Tuberkulbacillen in der veschiedenen Stadien der Lungen tuberculose. (Berlin. med. Wochenschr, 1883).

(4) *Smith,* Un the detection of the Bacilli of Tubercle in the Breath of consumptive patiente. (Brith. med. Journ., 1883).

(5) *Lister.* Introductory Lecture to the University of Edimburgh.

(6) *Tyndall.* Les Microbes. Paris, 1882, p. 52.

(7) *Klebs.* Arch. f. exper. Path., t. XIV.

(8) *Spina.* Studien über Tuberculose. Wien, 1883.

altri autori. Il Malassez ed il Vignol (1) non l'avrebbero trovato in quattro casi, dove la malattia era stata prodotta artificialmente, e dove la forma bacillare era sostituita da Micrococchi piccolissimi. Da questi fatti gli autori traggono la conclusione che può esistere una Tubercolosi senza Bacilli, la quale invece sia caratterizzata da Micrococchi riuniti in zooglea. I Micrococchi del Malassez e del Vignol non sono gli stessi di quelli del Klebs, ma si avvicinano piuttosto agli altri del Toussaint. Ultimamente il Salmon (2) fermò l'attenzione sulle pretese del Toussaint alla scoperta del Micrococco della Tubercolosi, e sostenne che il Bacillo del Koch non può aspirare ad essere l'unico elemento eziologico della tisi. Il Salmon presentò alla Società Biologica di Washington tubercoli infettanti tolti da animali bovini, e nei quali mancava affatto la presenza dei Bacilli.

Il Grassez (3), se contesta senz' altro la natura parassitaria della Tubercolosi, non nega i Bacilli, ma li considera quali Microzimi, cioè parti che si sostituirebbero alla cellula come elementi costituenti i nostri tessuti ammalati, ed anche come elementi vettori del virus. Se la dottrina dei Microzimi, propugnata dal Béchamp, può essere applicata a certi contagi che rivestono la forma di fini granulazioni, è difficile adottarla per elementi così differenti da quelli dell' organismo, come sono i Bacilli della Tubercolosi.

Dovendo trarre una conclusione sulla natura parassitaria della Tubercolosi, diremo che il metodo rigorosamente scientifico con cui furono condotti gli esperimenti del Koch, il numero grande di osservazioni che fanno loro corredo, la conferma che hanno ricevuto da altri valentissimi scienziati, sono di gran peso per dimostrare che il contagio tubercoloso risiede in un fermento figurato. Da questo lato la Tubercolosi può mettersi al medesimo livello del Carbonchio. Ciò però non vuol dire che tutto ancora resti spiegato con quella lucidezza, che non lascia ombra di dubbio, e sarebbe desiderabile che alcuni fatti tutt' ora discutibili, fossero di nuovo cimentati alla prova dell' esperimento.

27. — Peripneumonia epidemica.

Il modo d' insorgere e il decorso di questa malattia, l' hanno fatta giustamente riporre fra le malattie infeziose, e perciò i fautori della nuova dottrina si sono affrettati di attribuirla ad un contagio vivo. Pochi però, ed imperfettamente osservati, sono i fatti che si posseggono fino ad oggi per dimostrare quest' ultimo punto; nè basta che il Klebs (4) abbia trovato nel secreto dei bronchi e nel liquido dei ventricoli cerebrali un Micrococco, che chiamò *Monas pulmonale;* che il Leyden (5), il Gunther, il Matray (6), il Marchia-

(1) *Malassez et Vignol.* Tuberculose zoogleique. (Soc. d. Biol. et Arch. de Physiol., 1883).
(2) *Salmon.* Resoconti della Società Biologica di Washington, 1884.
(3) *Grasset.* Lettre à M.r Debove (Semaine médicale, 1883).
(4) *Klebs.* Beitr. z. Kennt. der pathogenen Schistomyceten. (Arch. f. exp. Path. Bd. IV).
(5) *Leyden.* Demonstration über infektiose Pneumonie. (Deutsch. Med. Zeitschr, 1862).
(6) *Matray.* Ueber Pneumoniekokken. (Wiener med. Presse, 1883).

fava, il Koch, l' Ebert ed il Bricon (1) abbiano scoperto e descritti uguali Micrococchi in altri liquidi dell' organismo; non basta che il Weiss e lo Zurn abbian trovato nei liquidi del polmone il *Mucor mucedo,* analogo a quello veduto nella Rosolia dall' Hallier; che il Bruylants ed il Verriest abbiano segnalato nel liquido pleuritico tenuissime granulazioni, che ritengono come il fermento particolare della malattia, e che il Willems abbia dimostrato che gli animali, ai quali fu inoculato il liquido delle culture eseguite dal Bruylants e dal Verriest, presentarono fenomeni meno gravi di quelli prodotti dalla inoculazione del liquido naturale.

Fra gli studi di questi ultimi tempi meritano maggiore attenzione, perchè più numerosi e più corretti, quelli del Friedländer e del Talamon.

Il Friedländer (2) in un primo lavoro del 1882, annunziava di avere trovato in otto casi di polmonite costantemente alcuni Micrococchi di forma elissoide, negli spurghi e nei tessuti infiammati della pleura e del polmone. L' autore ha fatto uno studio più profondo del parassita in un secondo lavoro, pubblicato nel 1883 (3), cioè ha potuto isolare lo Schizomiceto e coltivarlo; ma le inoculazioni eseguite col prodotto dell' ottava cultura non sono riuscite in tutti i casi. I fenomeni che presentarono gli animali, quando l' operazione era riuscita a produrre una lesione, non combinavano con quelli della pneumonite, e la morte accadeva con un *abbassamento progressivo della temperatura.* Le esperienze del Friedländer non valgono dunque a provare che la pneumonite sia di natura parassitaria, sia perchè i fenomeni ottenuti con la inoculazione artificiale differiscono da quelli della polmonite, sia perchè la presenza dei Micrococchi nei prodotti di essudazione, può essere spiegata per il conflitto incessante del polmone con l' aria inspirata.

Le investigazioni del Talamon (4) offrono maggiori garanzie. L' organismo da lui trovato sempre nell' essudato in venticinque casi di Pneumonite, e una sol volta nel sangue, è un Micrococco di forma allungata ed ellissoide, qualche volta in granuli isolati, ma il più spesso riuniti a due a due, o in catenelle di quattro. Le inoculazioni praticate sui cani e sui conigli sono rimaste negative, quando s' iniettava il contagio sotto la pelle della coscia, ma introducendolo direttamente nei polmoni, comparivano Pneumoniti fibrinose Pleuriti e Endocarditi, e gli animali morivano al quarto e quinto giorno, con temperature oscillanti fra i 39°, 6 e i 41°, 8. Se l' esperienze del Talamon venissero da altri confermate, si avrebbe ragione di considerare *certe polmoniti fibrinose* di natura parassitaria. Bisogna però ammettere che allato a queste polmoniti, altre ve ne sono provocate dal freddo, nelle quali l' intervento di un Microbio non è ammissibile.

---

(1) *Bricon.* Le Micrococcus de la Pneumonie. (Progrès médical. 1883).

(2) *Friedländer.* Ueber die Schizomyceten bei der acute fibrinösen Pneumonie. (Virchow's Arch. Bd. 87).

(3) *Friedländer.* (Atti della Soc. Med. di Berlino, 1883).

(4) *Talamon.* Bull. Soc. anat. 1883.

28. — Reumatismo articolare acuto

Con molta giustezza il Baccelli ed altri Clinici paragonarono il Reumatismo articolare acuto alle malattie d' infezione, ed ora si propende ad ammettere che il principio morbigeno sia rappresentato da uno dei soliti Micrococchi, con sede prediletta nei distretti vascolari dei tessuti delle articolazioni, nel tessuto interstiziale dei muscoli delle sierose, delle muccose e dell' endocardio valvolare sinistro. Il Klebs specialmente è di questo parere; ma si potrebbe obiettare che se la presenza di corpuscoli animati è un fatto accertato, nulla dice per ora che piuttosto che veri parassiti non possano invece esser granulazioni animate, provenienti dagli elementi dei tessuti. In ogni modo manca qualunque prova concludente, per affermare in questa malattia l'azione patogenica di un fermento figurato.

29. — Pellagra.

Il Majocchi (1), partendo dal fatto che molti osservatori, a cominciare dal Balardini fino al Lombroso, avevano posto in chiaro che l' origine della Pellagra doveva rintracciarsi nell'uso del Maïs guasto, cercò e trovò nei chicchi del grano uno Schizofito in forma di Bacillo, che poi rivide nel sangue dei Pellagrosi nel periodo acuto della malattia, mentre mancava cessato il periodo febbrile.

Ma d' altra parte noi sappiamo ancora che il Lombroso ha estratto dal verderame del Maïs un principio estremamente velenoso, il quale dato agli animali produceva la Pellagra, nel modo stesso che il Balardini, l'aveva osservata negli animali da lui nutriti col granturco guasto. Lo stesso Lombroso ha preparato col Maïs alterato una tintura, che amministrata ha prodotto i sintomi della Pellagra. Da questa tintura il Lombroso è riuscito ad estrarre una sostanza tossica, la *Pellagrozeina*, ed un altro narcotico la *Maisina.* L'azione fisiologica della Pellagrozeina è identica a quella della Stricnina, e la sua attività sarebbe maggiore nella stagione calda che nella fredda. Ciò spiega per il Lombroso in che modo alcuni malati di Pellagra si scuotano al più piccolo rumore, come appunto si osserva negli avvelenamenti per Stricnina; e in che modo gli accidenti pellagrosi sieno più frequenti nel l' estate, che nell'inverno.

30. — Emofilia acquisita dei neonati.

L'unica osservazione sulla supposta natura parassitaria di questa malattia è quella del Klebs, che avrebbe trovato Bacteri tanto nelle feccie diarroiche, che si verificano al principio della malattia, quanto nel sistema sanguigno e

(1) *Majocchi.* Ricerche micologiche sul sangue dei Pellagrosi e sul Maïs guasto. (Atti R. Acc. Lincei. Anno VII, N. 7, pag. 291).

specialmente nel tessuto adiposo sottocutaneo. I Bacteri, determinando nel derma un arresto di circolazione, porterebbero come resultato finale l'emorragie della zona vascolare in tal modo offesa.

In questo caso l' ufficio del parassita si limita ad una semplice azione meccanica, quale d' altronde è stata dimostrata possibile dalle osservazioni dell' Ebert e del Rindfleisch nei casi di pneumoconiosi bacterica, e da quelle dell' Orth, il quale narra di avere trovato occluso da Micrococchi perfino il lume dei canaliculi orinari.

31. — Febbre del fieno.

La Febbre del Fieno, infezione non grave e che generalmente per le forme cliniche è identica alla così detta Influenza o Grippe, sarebbe dovuta, secondo l' Helmholtz, ad un Bacillo che primitivamente prende sviluppo nelle fosse nasali e nei seni frontali.

La Febbre del Fieno, che in alcune regioni decorre come malattia epidemica, sembra che non si mostri mai a certe altitudini. Questo fatto è talmente ammesso, che negli Stati Uniti si è formata una Società in special modo organizzata per fuggire la Febbre del Fieno, e tutti i suoi affiliati al più piccolo pericolo, partono per Bethleem, sulle Montagne Rocciose, da dove sfidano la temuta malattia.

CAPITOLO IV.

Conclusioni sulla nuova teoria dei germi applicata alle malattie infeziose.

Dal rapido esame che abbiam fatto delle malattie infeziose, che si vorrebbero attribuire ad un fermento organizzato, e dallo studio dei fatti raccolti in favore e contro la nuova dottrina patologica, si possono trarre le seguenti conclusioni rispetto a ciascuna malattia:

1. La natura parassitaria della *Septicoemia* è tutt' altro che provata. I liquidi septicoemici mostrano di avere un azione paragonabile più ad un *veleno*, che ad un *virus*, in tutta l' estensione che oggi si concede a questo appellativo. Le esperienze dell' Hiller e del Panum, quelle del Leplat, del Jaillard e del Davaine, sono contrarie alla natura parassitaria della malattia.

2.° Non si può negare la presenza costante di un Bacterio nell'*Epidemia tifoide dei Gallinacei,* e il legame che esiste fra esso e la malattia. Non bisogna però dimenticare che gli ultimi studi del Toussaint riporrebbero l' affezione nel vasto campo della Septicoemia.

3.° Sebbene gli studi recenti sull'*Eresipela infeziosa* offrano le garanzie proprie delle indagini sperimentali diligentemente condotte, pur tuttavia abbisognano altri fatti e in maggior copia, per considerare la questione definitivamente risoluta.

4.° Per la *Febbre puerperale* siamo nelle medesime condizioni della Septicoemia, e delle altre infezioni traumatiche, cioè non è stato per anco determinato il rapporto che esiste fra le diverse forme di infezione puepe-rale, e la presenza di parassiti determinati.

5.° La prova manca del pari per la *Difterite.* I resultati avuti dall'Huenter rammentano quelli ottenuti dal Davaine nella Septicoemia, e l'Hoffmann non trovando nelle culture dell'Huenter che il *Bacterium termo* e il *Monas crepusculum,* è costretto a concludere che questi parassiti non possono considerarsi come la causa della malattia. Da tutto ciò si potrebhe credere, tenendo conto anche dell'osservazione del Curtis e del Satterthweite, che il supposto fermento difterico abbia grande simiglianza col veleno septico.

6.° L'*Endocardite micotica* non ha tali caratteri da poterla costituire in entità morbosa a parte. Essa accompagna, è vero, le malattie infeziose, ma i Microrganismi trovati nel cuore non hanno particolare importanza, inquantochè la loro azione più che specifica, può ritenersi semplicemente meccanica.

7.° Fra i molti parassiti della *Febbre tifoidea* nessuno fin qui fu dimostrato indiscutibilmente fattore dell'infezione tifica.

8.° Il *Tifo ricorrente* è il solo che possa fornire la prova morfologica; cioè la sola malattia che presenti un parassita per forma così distinto e speciale, da non poterlo confondere con altro. Sarebbe desiderabile che le prove sulla proprietà infettiva della Spirochaete fossero altrettanto efficaci; ma gli esperimenti di inoculazione sono pochi, ed imperfetti.

9.° Nel *Tifo esantematico* il fermento è tuttora ipotetico.

10.° Nella *Febbre tifoidea del Cavallo* tutte le osservazioni mancano della necessaria precisione, senza dire che le inoculazioni hanno sempre e completamente abortito.

11.° Nel *Colera* lunga la lista dei parassiti sospettati; forse troppo lunga. Molti di questi si trovano in altre malattie; per tutti poi mancano le prove biologiche delle loro specificità. Se le ultime osservazioni del Koch hanno un valore incomparabilmente maggiore, non sono per ora in tal numero e di tal natura da risolvere vittoriosamente il problema.

12.° Manca qualunque conferma del Micrococco trovato nelle feccie dei malati affetti da *Dissenteria,* e lo stesso Hallier non da alcuna prova della specificità del suo parassita.

13.° Deficenza di esperimenti e di osservazioni nella *Peste* e nella *Febbre Gialla.* Semplici supposizioni, ma nemmeno un fatto ben constatato da invocare

14.° Per il *Vajolo,* come per il Colera, abbiamo una lunga lista di parassiti. La maggior parte delle osservazioni imperfettissime. Se il Coze e Feltz, se il Cohn sono giunti a riprodurre negli animali l'infezione vajolosa, fu adoperando l'intero sangue, e noi sappiamo come esperimenti di tal fatta per-

dano qualunque valore, per chi si accinge a dar la prova del potere infettivo di un Bacterio.

15.° Il Mucco, le lacrime, il sangue trasmettono il contagio della *Rosolia,* ma se in questi liquidi furono veduti alcuni Schizomiceti, le prove fatte con essi sono riuscite negative. Il Pepper non riesce, inoculando il fungo del Salisbury; il Keber, il Coze ed il Feltz non ottengono resultati sensibili con le granulazioni da essi riferite a Bacteri, e trovate nelle squame epidermiche e nel sangue.

16.° I molti Bacteri scoperti nel sangue della *Scarlattina* dal Plenciz, dal Coze e dal Feltz, non furono provati allo stato di purezza; se gli animali morirono, bisogna aggiungere che era stato loro inoculato l' intero sangue.

17.° Non v'è alcun fatto che possa far sospettare gli *Orecchioni* di natura parassitaria. Il solo argomento è che la malattia sembra appartenere alla categoria delle infeziose, e che al pari di molte di queste, presenta l'immunità per una seconda infezione.

18.° Lo stesso può dirsi della *Pertosse,* che se è contagiosa, non è dimostrata davvero di origine parassitaria.

19.° Moltissimi, ma non tutti fortunati, sono gli studi sulla Malaria. Non v'ha malattia come questa, che conti tanto numero di Microbi e tanti insuccessi. Le osservazioni più precise e più importanti, si debbono al Klebs ed al Tommasi-Crudeli. Non sempre però l'interpretazione che gli autori danno ai fatti osservati, è ugualmente giusta e rigorosa. Occorrono nuove e più variate prove, che dimostrino la vera natura dei fenomeni clinici e delle lesioni anatomiche negli animali inoculati. Vi sono lacune da colmare e punti da chiarire; ed in attesa di questo, non si può definitivamente concludere.

20.° Il *Carbonchio* è una delle pochissime malattie per la quale può ritenersi dimostrata la natura parassitaria. Il parassita ben conosciuto, bene studiato; la sua presenza costante, la sua azione certa, determinata.

21.° Per la *Morva* poche sono le osservazioni ed imperfette, e siamo ancor lontani dall' avere raccolto prove sui legami fra le cause sospettate e gli effetti.

22.° I fatti osservati nella *Rabbia* dimostrano sempre più la contagiosità del virus rabico, ma se indicano il luogo di elezione su cui il virus esercita la sua azione, restano però affatto muti sulla natura del contagio.

23.° I legami che la *Sifilide* può avere con i Vibrioni del Donné, con i Bacteri del Martineau e dell' Harmonic, coi Micrococchi dell' Hallier e dell'Aufrecht, coll' Helicomonas del Klebs, restano sempre allo stato d'ipotesi.

24.° Nella *Lebbra* annunziati diversi parassiti; di nessuno dimostrato in modo assoluto il legame di causa ad effetto.

25.° Gli ultimi studi del Koch sul Bacillo della *Tubercolosi* meritano tutta la nostra attenzione e la nostra confidenza, per il modo inappuntabile di sperimento con cui furon condotti. La Tubercolosi sarebbe dunque una delle poche malattie, che avrebbe una dimostrazione scientifica della sua origine e natura parassitaria.

26.° Molte le osservazioni sulla *Pneumonite infeziosa,* ma tutte per la maggior parte insufficienti; più attendibili quelle del Talamon.

27.° Al Bacillo che il Majocchi ha scoperto nella *Pellagra*, si possono contrapporre le osservazioni del Lombroso sulla sostanza venefica del Maïs, la Pellagrozeina.

28.° Gli studi del Klebs sulla *Emofilia acquisita dei neonati*, provano solo che lo Schizomiceto segnalato, accumulandosi nei capillari, è causa delle emoraggie della zona vascolare, che resta in tal modo meccanicamente offesa.

29.° La immunità che godono certe alture per la *Febbre del Fieno*, fa credere che piuttosto che al Bacillo dell' Hoffmann, la malattia debba attribuirsi a qualche fenomeno cosmico, legato alla presenza o all'assenza di taluni elementi dell' aria, come appunto succede per il Grippe, col quale la Febbre del Fieno ha a comune alcuni sintomi, e il modo di estendersi epidemicamente con inaudita rapidità.

Quali adesso le conclusioni generali che possono trarsi dopo il rapido esame che abbiamo intrapreso sulle malattie infeziose? Vi sono fatti così numerosi, di tale importanza e così indiscutibili che autorizzino, come vorrebbe il Naegeli, a estendere la teoria del contagio vivo a tutte queste malattie, e ad altre ancora da noi taciute, proprie dell' uomo o degli animali, e che per i loro caratteri possono riporsi fra le infettive e contagiose? La risposta non può esser dubbia, e mi pare che debba esser negativa. Per molte delle malattie da noi rammentate la natura parassitaria è stata ammessa a priori, non per altra ragione, che perchè il male aveva indole e decorso infezioso; per alcune è bastato l' aver trovato un Microbio qualunque nei liquidi o nei tessuti; per poche questo parassita è stato dimostrato costante, senza poter dire se era causa od effetto; per tre o quattro solamente si è potuta fornire la prova evidente dei legami, che univano il fermento figurato allo sviluppo del processo morboso.

Non bisogna dimenticare che i partigiani della nuova dottrina più assennati, e meno intolleranti, dichiarano francamente che per qualificare parassitaria una malattia, non basta scoprire un particolare Microbio nel materiale capace di produrre l' infezione, ma che bisogna provare altresì con metodi rigorosamente scientifici, che la presenza del Microrganismo sospettato è costante in tutti i liquidi o tessuti, che sono capaci di trasmettere l' infezione; che desso può svilupparsi e riprodursi nell' interno dell' organismo ospitante, e che questo è suscettibile di contrarre la malattia; che il Microfito è capace da solo, cioè isolato da qualunque altra sostanza contenuta nel liquido infetto, di determinare quella data virulenza. Nè questo potrebbe essere sufficiente, perchè può occorrere una prova altrettanto dimostrativa, quella cioè che la specie parassitaria differisce dalle sue congeneri per i suoi caratteri morfologici. Questa prova, che nello stato attuale delle nostre cognizioni è quasi sempre impossibile ottenere, non può essere che imperfettamente rimpiazzata dall' altra, a cui si concede molta importanza, cioè dalla prova biologica della specificità, ossia dall' indagine delle condizioni di vita necessarie allo sviluppo di un fermento patologico, e dal vedere se sieno diverse da quelle che occorrono alla evoluzione di altro parassita, del pari morbigeno, ma morfologicamente identico a lui.

Or bene, tutte queste prove dove l' abbiamo noi nel gruppo delle malattie rammentate? Cosa possiam mai affermare sulla costanza di un dato parassita, quando nella medesima malattia, ne vediamo indicati dai diversi autori, tre, quattro, sei e più? Cosa possiamo dire sulla specificità virulenta di un dato Microfito, quando il più delle volte vediamo concludere sulla natura parassitaria di un morbo, perchè comparve in seguito alla inoculazione di un liquido o di una sostanza che conteneva il parassita? Poche invero sono le malattie nelle quali vennero fornite tutte le prove richieste dagli stessi panspermisti, e tolto il Carbonchio e la Tubercolosi, e forse il Tifo ricorrente, l' Eresipela e la Febbre palustre, io non saprei citarne altre. Aggiungete poi che per alcune di queste cinque malattie non riescirebbero inopportuni studi ulteriori, e resultati anche più dimostrativi.

Fra tutte le Bacteriacee finora descritte come patogene, non ve n'è alcuna, tolto la Spirochaete del Tifo ricorrente, che abbia caratteri morfologici così spiccati, da poterla distinguere da quelle specie congeneri a cui assomiglia. Si dice che l' aria è carica di numerose specie di Bacteri, identici per forma a quelli morbigeni, ma affatto innocui, e che debbono solo ritenersi differenti per la differente azione biologica che esercitano. Non potrebbe però essere altrettanto vero che le specie che appariscono morfologicamente simiglianti, e che solo vogliensi diverse perchè introdotte nel nostro organismo, ora vi determinano un' infezione, ora riescono affatto innocenti, sieno invece le stesse ed identiche specie, e che se determinano effetti diversi, non sia perchè abbiano dissimile natura, ma perchè trovano variate le condizioni della materia vivente che dovrebbe loro servire di terreno nutritivo? E qui si ponga ben mente, che parlo di azioni differenti esercitate dal medesimo Microrganismo ottenuto e purificato con culture, cioè in modo da poterlo considerare indubitatamente il medesimo individuo; e non già di due Microfiti, che avendo apparenze identiche, hanno una funzione fisiologica differente, e che tale la mantengono come proprietà caratteristica in qualunque condizione di vegetazione sien posti. Parlo di quei Bacteri patogeni che tratti dalla medesima cultura, anzi dalla medesima colonia, determinano ora un' alterazione, ora rimangono indifferenti, a seconda che l' esperimento si fa in razze o anche in individui differenti. In questo caso non è la forma del fermento che varia, e perciò la specie; non sono le sue proprietà fisiologiche, che dovrebbero mantenersi le stesse, come succede quando il fermento invade la materia morta; ma è il mezzo fermentescibile, è la materia viva che reagisce, e con la sua forza paralizza e rende inutile il fermento. Il Bacillo col quale sperimentava il Davaine, il Pasteur ed il Toussaint era sempre il medesimo *Bacillus anthracis,* perchè scelto e tolto dalla medesima cultura; eppure mentre nell' uomo, nel coniglio, nel montone di Francia, dava luogo all' infezione carbonchiosa, iniettato nelle vene degli uccelli, e del montone di Algeria, restava indifferente.

Si dice che il Bacillo del Fieno e il Bacillo del Carbonchio, sebbene simiglianti per forma, sono diversi perchè hanno proprietà biologiche diverse; ma allora potrebbe anche dirsi che il Bacillo del Carbonchio iniettato nel

montone di Francia, differisce da quello inoculato nel montone di Algeria, perchè nei due casi le proprietà biologiche del Microfito si manifestano in modo differente.

È questo il momento di ricondurre alla memoria tutte quelle considerazioni, che abbiamo fatte sulla proprietà caratteristica che posseggono alcuni Bacteri di scegliere il mezzo e l'ambiente che più loro conviene, anche quando questi mezzi non offrono, agli occhi nostri, differenze, o ne mostrano delle impercettibili. Troveremo forse allora argomenti che ci confermerebbero sempre più nella credenza, che l'azione dissimile esercitata da Bacteri morfologicamente uguali, non è da attribuirsi alla diversità della specie, che in mancanza del criterio della forma si vorrebbe affermare con la diversità della funzione fisiologica, ma sibbene alle condizioni dissimili in cui si trovano i tessuti ed i liquidi del nostro corpo, e che perciò non è il Microfito o il Fermento che è diverso, ma è il nostro organismo e la materia fermentescibile che non è la stessa.

Se a queste considerazioni se ne aggiunga un'altra, desunta dal fatto che il Toussaint è arrivato ad ottenere la vaccinazione carbonchiosa con un sangue privo di qualunque forma di Bacilli, ci persuaderemo che è ragionevole affermare, che le modificazioni impresse al sangue ed ai tessuti dall'evoluzione di questi fermenti, hanno un' importanza nosologica molto, ma molto superiore a quella che possono avere questi stessi organismi.

Se il parassita è un *Fermento* crittogamico, come tutti gli altri; se l'azione patogenica che esercita non è altro che una *fermentazione;* se il composto che fermenta è l'organismo, e se la crittogama presenta il medesimo grado di nettezza pari a tutti gli altri fermenti unicellulari che agiscono da lieviti, come spiegare, dinanzi a tali simiglianze botaniche, il perchè questi fermenti riescano per noi talora *innocui*, tal' altra *nocivi* e *mortali?* Si dà ragione forse del perchè, secondo le circostanze, sia più o meno fermentescibile una razza, o una specie di mammiferi o di uccelli, a preferenza di altre? Si dice forse in questi casi, se è l'organismo animale che è divenuto più o meno chimicamente fermentescibile rapporto al lievito, oppure se il fermento è divenuto meno zimogeno rapporto all'animale, per rendere ragione del perchè il Vaiolo, il Tifo, la Rosolia sieno maligni in un luogo, benigni in un altro?

La teoria parassitaria non spiega nemmeno perchè un medesimo animale, dopo aver fermentato una volta, non è più fermentescibile, quando il fermento l'attacchi di nuovo (Vaiolo, Sifilide), o se tenta spiegarlo, è costretta ad ammettere non già che il lievito sia cambiato, ma che sieno cambiate le condizioni della materia fermentescibile. La teoria dei germi resta muta del pari relativamente alla trasmissione ereditaria, mentre la teoria della virulenza spiega questo passaggio, con la trasmissione molecolare a tutte le parti costituenti dell' economia, in seguito alla conservazione dello stato accidentale di organizzazione detto virulento.

Nè colla teoria parassitaria trovano migliore spiegazione le intermittenze apirettiche, e gli accessi periodici febbrili di talune malattie, come il Tifo ricorrente e la Febbre palustre. Il dire che l'accesso febbrile è il resultato del-

l'accumulo nel sangue del Microfito, uscito dai luoghi ove elettivamente stabilisce il suo nido, è una pura ipotesi; ed anche ammessa questa riproduzione nei centri di moltiplicazione, non si arriva a capire in qual modo e perchè, il parassita debba in un tratto uscirne, invadere il sangue e ad un tratto scomparire; e molto meno poi perchè queste invasioni debbano farsi a tali giorni d'intervallo, alla tale ora precisa, e prediligere o il tipo quotidiano, o il terzano, o il quartano.

Come mai essendo tutti questi fermenti, e in particolar modo il fermento septico, così largamente sparsi in natura, e rimanendo d'altra parte costantemente aperte nel nostro corpo le vie, per le quali i fermenti possono penetrarvi, come mai la invasione e la diffusione loro nel sistema circolatorio, non determina sempre, e come conseguenza necessaria, un'affezione morbosa? Egli è perchè, rispondono i partigiani del contagio vivo, il microrganismo per esercitare la sua azione, ha bisogno che i suoi germi possano prendere stanza in qualche parte del nostro corpo e moltiplicarvisi, o, come dicono, *nidificare* nei siti di elezione. Che se ciò non sempre avviene, egli è perchè, soggiungono, le attività normali delle unità fisiologiche componenti i tessuti, la resistenza organica dei suoi elementi cellulari, il vigore delle funzioni circolatorie vi si oppongono; egli è perchè mano mano che il fermento penetra nel sangue, ne esce eliminato per le diverse vie di escrezione. Con tale risposta si viene dunque ad ammettere, che nella materia vivente del nostro corpo esista una forza superiore, residente negli stessi suoi elementi, che regola e distribuisce lo stato di salute e di malattia, capace di paralizzare o rendere impercettibile un' azione così micidiale, così straordinariamente virulenta e specifica, quale si ammette in questi fermenti.

Ma perchè mai non succede lo stesso per tant' altre sostanze, come i veleni, capaci di distruggere l'organismo, e che tuttavia posseggono una potenza venefica molto, ma molto inferiore a quella che si attribuisce a questi fermenti? Amministrate ad un uomo, ad un animale qualunque della stricnina, dell'acido cianidrico, e vedrete che appartenga egli a qualunque razza, a qualunque sesso, a qualunque età; sia debole o robusto, sano o malato; offra la sua materia qualunque grado di resistenza immaginabile, e le funzioni circolatorie abbiano pure tutto il loro vigore, vedrete, dico, che l'uomo o l'animale soccombe. Contro tali sostanze la materia nostra vivente non ha forza di combattere e vincere, e soccombe appunto di fronte ad un nemico che si dichiara tanto meno potente, che non ha, come i fermenti figurati, la proprietà micidiale di moltiplicarsi e di rinforzarsi dentro lo stesso organismo, e di passare da un animale all' altro, mantenendo, anzi centuplicando, la sua potenza fulminante.

Ammesso pure, ma non concesso, che le malattie infeziose non consistano che in una fermentazione dei liquidi e dei tessuti dell' organismo vivente, dovuta all' azione specifica di un fermento figurato, nessuno potrà negare che questa fermentazione debba naturalmente differire dalle ordinarie fermentazioni, che avvengono nella materia organica morta. La materia viva e le sue forze debbono necessariamente modificare questo supposto processo

fermentativo. Se spesso, e con ragione, si è rimproverato al Chimico di voler concludere sulle azioni chimiche che si compiono nell'organismo vivente, dalle reazioni che vede svolgersi nei suoi apparecchi di laboratorio, senza tener conto che tali azioni si compiono in ambienti e in condizioni ben diverse, con altrettanta ragione si può muovere il medesimo rimprovero a chi, dall'osservazione di ciò che succede nei liquidi o nei tessuti inerti invasi da un fermento, voglia concludere su ciò che succede nei liquidi e tessuti viventi.

Il vedere che i microrganismi atmosferici, che quelli delle acque e del suolo, eran capaci d'indurre profonde alterazioni nella materia morta con la quale venivano a contatto, ha fatto ammettere per analogia che le medesime azioni potessero svolgersi nel sangue per le malattie infeziose, e che gli effetti si producessero presso a poco nella medesima maniera. Argomentando in questo modo, troppo presto fu dimenticato che la materia organica morta è sempre, e in qualunque stato si trovi, suscettibile di alterarsi quando venga a toccarla un germe di un lievito. Tutto questo è indiscutibile, e se coloro che si sono occupati di raccogliere i germi dell'aria, hanno veduto che a qualunque specie appartenessero, una volta seminati in un liquido organico, producevano sempre e immancabilmente un'alterazione, non è stato così, quando hanno inoculato questi medesimi germi nell'organismo vivente. Il Miquel, il Fodor e diversi altri hanno a più riprese introdotto sotto la pelle o nel sangue di animali diversi, Bacteri atmosferici raccolti non solo nell'aria libera, ma nell'atmosfere corrotte delle fogne, degli spedali e perfino delle infermerie ove erano individui colpiti da malattie infeziose, ma giammai hanno potuto riprodurre una di queste malattie. I resultati quasi sempre sono stati nulli, e la presenza del Microrganismo nel sangue è riuscita indifferente; oppure, se in qualche raro caso si ebbe un effetto, i fenomeni osservati o si limitarono quasi sempre alla vicinanza del punto inoculato, oppure, se una volta o due si ebbero effetti generali, furono quelli che si osservano nelle molteplici forme che assume l'infezione septica.

Se dunque, sebbene diuturnamente messo a contatto con questi nemici invisibili, ma tanto pericolosi, l'organismo trova modo di sfuggire alla loro azione, bisogna, ripeto, concludere che l'ufficio del parassita è molto secondario, e può essere rimpiazzato da altro agente, anche esterno, che sia capace di dar la spinta onde questa materia si alteri e si ammali; capace cioè di vincere quella resistenza vitale a cui si accenna; capace d'indurre nelle materie albuminoidi dei liquidi, quelle modificazioni che conducono alla produzione del *quid* incognito, di quel virus, di quel veleno che è carattere essenziale delle malattie infeziose. Da questo lato dunque il parassita non avrebbe maggiore attitudine morbigena, di quello che presentino altri agenti esterni, come il freddo, il calore, la umidità, ecc., i quali, suscettibili di alterare la materia dell'organismo e ingenerare malattia, non la producono che sol quando la materia è disposta ad ammalare.

Non vediamo forse che alcuni mutamenti fisici nello stato dell'atmosfera, per esempio un abbassamento repentino di temperatura, può in date condizioni dell'organismo, indurre gravi alterazioni morbose nella compage

organica? E chi sa quanti di tali mutamenti del mezzo che respiriamo, e che da ogni parte ci circonda, a noi imperfettamente cogniti, o affatto ignoti, sono suscettibili di produrre effetti, dei quali inutilmente cerchiamo la causa in altro campo. Un esempio parlante di malattia che infierisce a modo epidemico, e che pur tuttavia non può riporsi nel gruppo di quelle dette oggi parassitarie, l' abbiamo nel *Grippe* o *Influenza* (1). Questa malattia che si sviluppa con la rapidità del fulmine, che attacca contemporaneamente più luoghi, e che cammina come un' atmosfera portata dal vento, è certamente sotto il dominio di un fenomeno cosmico, legato all'assenza o alla presenza, o alle oscillazioni in un senso qualunque, dei principii costituenti l' atmosfera (2).

Troppo poco sappiamo sulle proprietà vitali di questa nostra materia, e troppo poco sulle mutazioni dell'atmosfera e del mondo esteriore che ci circonda, per potere intravedere e spiegare come e perchè certi mutamenti nella composizione chimica dell'aria, o nelle sue proprietà fisiche, che a noi sembrano di poca entità o passano quasi inavvertite, abbiano la potenza di agire sul nostro organismo, modificandolo o lentamente o subitaneamente, e imprimendo alla materia quella spinta, che può condurre dipoi a modificazioni più profonde, il cui ultimo resultato è la scomposizione e la distruzione della materia stessa. Queste influenze del mondo esteriore non possono da noi esser valutate, che allorquando cadono grossolanamente sotto ai nostri sensi; ma chi può dire se modificazioni insensibili nello stato termico, igrometrico, elettrico e di pressione dell'atmosfera, non possano agire su di noi anche più potentemente, delle mutazioni fisiche e chimiche ben certificate e profonde?

Gli esperimenti del Gavarret e dell' Hammond, del Polli e del Solokof provano che nell' aria ove hanno soggiornato uomini ed animali, la traspirazione cutanea versa prodotti venefici capaci di uccidere, e d' impartire al sangue non dubbie qualità septiche, senza la presenza di corpuscoli viventi.

---

(1) Il Grippe, o Influenza, di cui parlo non ha nulla di comune con quella affezione catarrale benigna che domina nell'inverno, ed alla quale volgarmente si da il medesimo nome. Il vero Grippe può dirsi il tipo della malattia epidemica, ma non contagiosa. In luogo di estendersi, come il Colera, ed altre malattie contagiose, con la velocità compatibile con le comunicazioni, il Grippe si propaga in tutte le direzioni, senza focolare apparente, attaccando nel medesimo tempo gli abitanti della città e della campagna, e il marinaro in alto mare; il ricco, il povero; ogni età ed ogni sesso. La prima epidemia di Grippe apparve a Malta nel 1510; nel 1557 una grande epidemia passò sopra l'Asia, l'Europa e l'America. Nel 1580 il Grippe percorse tutta l'Europa, l'Asia e l'Africa, dove uccise i vecchi, i fanciulli e i deboli. A Roma fece 9 mila vittime, e a Madrid decimò la popolazione. Nel 1590 epidemia in Germania; nel 1593 in Francia e in Italia, dove si ripetè nel 1658 e nel 1663. Nel 1669 in Olanda, nel 1675 in Germania e in Inghilterra, e nel 1691 in Germania e in Ungheria. Nel 1729 tutta l'Europa è di nuovo estesamente invasa. In una sola settimana muoiono a Londra 908 persone, e 60 mila ne sono colpiti a Vienna. Nuove epidemie di Grippe si verificano nel 1737 e nel 1743, ed in quest' ultima periscono a Londra in una settimana più di mille individui. Nel 1762 il Grippe fa strage nell' armata inglese allora in Germania, e nel 1775 si propaga anche agli animali domestici. L' epidemia ritorna nel 1782, e nella sola città di Pietroburgo si hanno 42 mila persone colpite in un sol giorno. Il Grippe riappare precedendo il Colera nel 1830; si affaccia di nuovo nel 1833 e nel 1837; a Londra nel 1847 fa più vittime dello stesso Colera, e devasta la Francia nel 1858.

(2) Secondo taluni la comparsa del Grippe sarebbe legata alle variazioni che può subire l'Ozono atmosferico.

I piccoli mammiferi posti dal Gavarret e dall' Hammond in un'atmosfera confinata, alla quafe si restituiva l'ossigeno consumato dalla respirazione, e si toglieva l' acido carbonico esalato, e che pure morivano in capo a poche ore, erano uccisi da una sostanza eminentemente tossica, esalata dalla loro pelle. Gli animali a cui il Solokof sopprimeva in parte la perspirazione cutanea, spalmando due terzi della pelle con olio, perivano, ed il loro sangue, anche avanti la morte, si caricava di tali principii virulenti, da rendersi immediatamente mortale per gli animali a cui veniva inoculato. La sostanza virulenta in questo caso si formava dunque nell'organismo medesimo, ed era il resultato di cambiamenti avvenuti nella materia stessa, senza che a determinarli fosse stato necessario l' intervento di un fermento figurato estraneo all' organismo.

Gli Alcaloidi derivanti dalle sostanze proteiche, scoperti dal Selmi, non si originano esclusivamente dalla putrefazione delle sostanze albuminoidi prive di vita, ma si possono formare nello stesso organismo vivente, non solo nello stato di malattia, ma ben anco nelle condizioni di perfetta salute. Se il Bouchard ha scoperto questi alcaloidi nelle orine d'individui colpiti da malattie infeziose, laddove per le nuove dottrine il fermento figurato sarebbe l' agente patogeno e il produttore del veleno, altri esperimentatori hanno trovato le medesime sostanze nelle orine d' individui sani. Nè qui si può parlare di quantità della sostanza venefica, maggiori nello stato di malattia che in quello di salute, perchè se il processo particolare che ha dato luogo nelle condizioni fisiologiche a tali materie virulenti, non ha avuto bisogno per essere iniziato della presenza di un fermento esterno, non v' è ragione di pensare che debba succedere il contrario nello stato di malattia, quando si tratta non già di qualità e natura diversa della materia tossica, ma sibbene di sola quantità.

Se si accettassero gli studi del Lewis (1), contestati però da tutti i partigiani delle nuove dottrine, che cioè microfiti si trovano nel sangue di tutti gli individui, anche perfettamente sani, e che se ne esistono quantità maggiori nei casi di malattie infeziose, è perchè i nostri liquidi ed i nostri tessuti costituiscono un terreno più favorevole alla loro riproduzione, si potrebbe dire che le materie tossiche incontrate nelle orine dei sani dal Gautier, e nelle orine delle malattie infeziose dal Bouchard, non sono altro che il resultato della vita di quei microfiti che esistono normalmente nell'organismo, e che si mantengono scarsi nello stato di salute, per aumentare straordinariamente nelle malattie infeziose. Si potrebbe così spiegare in qual modo le ptomaine debbano essere più scarse nel primo caso, più abbondanti nel secondo. Ma siccome i parassitisti rigettano assolutamente le conclusioni del Lewis, basandosi sulle osservazioni del Pasteur, del Cohn e del Babés, i quali concludono per l'assoluta mancanza di microfiti nel sangue sano, così si tolgono la possibilità di spiegare, in qual modo nello stato di salute l'organismo debba eliminare con le escrezioni le medesime sostanze tossiche, ma in quantità minore, di quando è diffusamente invaso dal parassita zimogeno.

(1) *Lewis R.* Les microphytes du sang et leurs rélations avec les maladies. Paris, 1880.

Ma poi l' azione particolare che si attribuisce ai fermenti organizzati patogeni, di agire a dosi minime, di rinforzarsi e di moltiplicarsi indefinitivamente senza perdere le loro qualità virulente, è veramente una proprietà esclusiva che loro appartenga, e che non hanno a comune con altre sostanze? Abbiam visto che l' Hiller per mezzo della glicerina estraeva dalle carni putrefatte una sostanza particolare, *priva affatto di qualunque microrganismo*, la quale inoculata uccideva gli animali, e che dopo successive inoculazioni impartiva al sangue di questi tale virulenza da uccidere sul colpo, anche a dose minime, senza che il sangue dell' animale sacrificato mostrasse mai la presenza di Bacteri. Il veleno dell' Hiller si era dunque moltiplicato e rinforzato, esattamente come si ammette che avvenga per i fermenti figurati. D' altra parte le osservazioni dello Schlimmer (1) fatte sull'*Argas persicus* o Cimice di Mianeh, e sullo Scorpione di Persia, dimostrano un' analogia sorprendente fra il veleno di questi insetti ed i virus delle malattie infeziose. I sintomi generali che si manifestano nell' organismo, per la presenza di una piccola quantità di veleno nel sangue dell' individuo morso, sono paragonabili ai sintomi generali delle malattie infeziose; e avendosi nell'un caso e nell'altro l' immunità per chi ne è stato una volta paziente, non si comprende per qual ragione i fattori diretti della proprietà tossica dei veleni, non dovrebbero agire sul sangue come i fattori della virulenza. Se una prima morsicatura dell'Argas ha per effetto di vaccinare, in realtà non contro le punture successive, ma contro gli effetti tossici del veleno, siamo nelle condizioni identiche in cui si trova il *Bacillus anthracis* inoculato una seconda volta; vale a dire che si può dare la medesima spiegazione nell' un caso e nell' altro, cioè che il sangue abitato già una volta dal veleno dell'Argas e dello Scorpione, o da un altro virus che abbia proprietà di vaccino, è divenuto improprio a servire una seconda volta di nutrimento, come lo diveniva per un secondo innesto del Bacillo carbonchioso.

La proprietà d' impartire la immunità per una seconda infezione, non è poi così esclusiva dei fermenti figurati, da farne argomento in favore di questi nelle malattie, dove tale immunità si verifica. Tutti sanno che il virus vaccinico possiede in grado eminente questa proprietà, sebbene ancora non sia stato possibile di trovarvi il supposto Bacterio; e se gli studi del Pasteur da un lato hanno indicato la sede elettiva dell' azione del virus rabico, e la sua proprietà di servire, una volta indebolito, da vaccino contro la Rabbia, non sono giunti però a scoprirvi il Microbio, il quale sfugge per ora alle più accurate indagini.

Da tutto quello che fin qui abbiamo esposto e argomentato sui microrganismi patogeni e sulle malattie infeziose, dobbiamo forse dichiarare, come conclusione finale, che la nuova teoria dei germi è una chimera, e che tutto vi è falso? No, tutto non è falso; ma molto esagerato, e poco provato. E siccome poco è provato, non bisogna per ora lasciarsi trascinare dal lato af-

(1) *Schlimmer*. **Terminologie pharmacéutique et anthropologique française-persane, sur les maladies endémiques de la Perse.**

fascinante che può avere la nuova dottrina, e per analogia argomentare che ogni malattia infeziosa debba avere a padre un germe di microfito.

Ma se molto ignoriamo, e per conseguenza poco possiamo spiegare, pochissimo concludere, e meno che mai formulare teorie generali, è appunto per trionfare di questa ignoranza, che bisogna estendere e proseguire con ogni cura e con ogui alacrità le investigazioni su questi infinitamente piccoli, per radunare fatti e materiali in tale abbondanza, di tale esattezza e di tal valore, da servire di base solida ad una teoria generale. Bisogna cercare questi microrganismi nell'aria, nell'acqua, nel suolo, nella materia organica viva e nella materia morta; bisogna studiarli prima nelle loro forme e negli altri caratteri botanici, nella loro essenza e nelle loro funzioni fisiologiche; poi nei loro uffici in natura, e nei loro rapporti con gli altri organismi viventi. Questo studio si può dire appena incominciato, e sarebbe non solo prematuro, ma inopportuno e dannoso, voler concludere adesso, che si posseggono osservazioni relativamente scarse in numero, e spesso difettose.

Se è un fatto ormai provato che l'aria è carica di germi di microfiti, e che ad essi si debbono le alterazioni delle sostanze organiche morte e abbandonate a loro stesse, non possiamo ugualmente affermare, che fra questi germi vi sieno quelli che dovrebbero generare il Tifo, il Vajolo, la Difterite e le altre malattie della medesima indole. Ciò non vuol dire che non possano esservi; ma intanto non abbiamo mezzi di distinguerli da quelli a loro morfologicamente simili, che notano sospesi per l'atmosfera, e che inoculati riescono perfettamente innocui. Non per questo debbonsi abbandonare, scoraggiati dalla incertezza di riuscire, tutte le indagini che da questo lato e con questo intendimento possono farsi sull'aria. L'attuale impotenza a scoprire questi germi patogeni, deve essere ragione per proseguire nello studio appena intrapreso, e nel medesimo tempo a difendersi più che sia possibile da questi germi ipotetici. Non è mai prudente abbandonarsi all'incognito, ed è altrettanto poco saggio, disprezzare un nemico del quale non si conosce nè la forza, nè il numero. Dico però che bisognerebbe parlar meno di Microbi, e studiarli di più.

Se le malattie epidemiche e contagiose possono avere come mezzo di trasmissione l'acqua, quale è il caso della Febbre Tifoidea e del Colera, è altrettanto certo che l'atmosfera in altri casi è il veicolo più appropriato del contagio, come succede per la Malaria, la Pertosse, il Crup, la Septicoemia, l'Eresipela, il Vaiolo, la Scarlattina, la Rosolia, il Carbonchio, la Difterite, la Tubercolosi, ecc. Qualunque sia la natura del contagio, o *Microbio*, o *virus*, o *miasma*, è un fatto che questo può trasmettersi per mezzo dell'aria (1);

---

(1) Alcune recenti osservazioni dovute al Dr. Bertillon, dimostrano che il contagio vajoloso può trasmettersi per mezzo dell'aria a distanza, senza cioè che vi sia stato contatto diretto o con malati, o con oggetti che loro appartenevano. « Ciò che m'interessa sopra a tutto constatare, dice il Bertillon, è la diminuzione successiva di settimana in settimana, e la successiva cessazione alla diciassettesima settimana del 1880, delle morti per Vajolo nel quartiere della Sorbona, così straordinariamente colpito nei mesi di Gennaio, Febbraio e Marzo; perocchè le diminuzioni e le recrudescenze segnalate, ci serviranno a determinare la causa dell'infierire eccezionale del Vajolo in quel quartiere. Infatti, distribuendo i decessi vajolosi nei loro domicili respettivi, là dove la malattia è stata contratta, si trova che si aggruppano intorno all'*Annesso* dell'Hôtel Dieu, circoscritti in un nocciolo epidemico

d'onde resulta ognor più evidente l'importanza degli studi su questa atmosfera, che c'involge da ogni parte, che penetra nei più riposti nascondigli dell'organismo, e che giustamente fu detta il nostro primo e più necessario alimento. In mancanza di metodi d'investigazione appropriati per scoprire fra gli innumerevoli Microbi dell'aria, quelli capaci di originare malattie, bisogna, a parer mio, attaccare la questione da un lato più generale, e basare sopra un'ipotesi, che può presumersi verosimile, un complesso d'investigazioni, i cui resultati, meno brillanti di quelli che possono desiderare a primo aspetto i parassitisti, permettano di progredire lentamente, ma con sicurezza, verso una soluzione razionale e pratica.

Se Bacteri infeziosi esistono, è certo che le loro recrudescenze debbono coincidere con quelle degli ordinari Schizomiceti, dovendo avere tanto gli uni che gli altri gli stessi modi di diffusione. Ecco in qual modo le statistiche dei Bacteri atmosferici tutti compresi, possono fornire utili indicazioni sulla proporzione grande o piccola di quelli che si ritengono patogeni.

Alcuni autori, e fra questi particolarmente il Fodor ed il Miquel, partendosi da questa ipotesi, nelle loro osservazioni sui Bacteri atmosferici, più che la scoperta e la numerazione dei Bacteri morbosi, hanno avuto l'idea di verificare il rapporto che poteva esistere fra le diverse oscillazioni dei Microrganismi aerei, e il numero delle morti per malattie infeziose. Il problema guardato da questo lato si semplifica non poco, ed i resultati avuti dal Miquel in queste osservazioni comparative, provano che lo studio numerico degli Schizofiti fatto con tale intendimento, conduceva a conclusioni importanti, e che nello stato attuale delle nostre cognizioni può recare utile contributo all'igiene. Le osservazioni del Miquel, fatta eccezione per un periodo di tre mesi che non potè convenientemente esser verificato, porrebbero in evidenza che durante un triennio si ebbe una relazione abbastanza palese fra il numero dei Bacteri aerei, e la quantità dei decessi per malattie infeziose (1).

---

fra la Senna e il Boulevard St. Germain. In questa zona, che conta appena 10 mila abitanti, si sono constatati nei due mesi di Gennaio e Febbraio, fino a 49 decessi di Vajolo, mentre che proporzionalmente alla popolazione ed alla intensità della malattia, non dovevano esservene che soli 3. Dunque in quella piccola porzione del V Circondario, abbiamo avuto 46 decessi in più dell'influenze ancora poco conosciute, che avevano sparso l'epidemia sulla popolazione Parigina. Ma questa formidabile recrudescenza, e questo singolare aggruppamento di abitazioni invase, e che circondavano l'*Annesso* dell'Hôtel Dieu, si spiegano sapendo che quel locale era stato il deposito di tutti i casi di Vajolo che si erano verificati nei servizi ospidalieri, allo scopo, d'altronde molto lodevole, d'impedire che il contagio si spandesse di letto in letto nelle diverse infermerie. Il contagio in luogo di trasmettersi di letto in letto, si è trasmesso di casa in casa, tutto attorno al deposito dei vajolosi, ed oggi che tal deposito è soppresso, il Vajolo tende a scomparire da questo quartiere. » (*Bertillon*. Bullétin de Statistique démographique pour l'année 1880, N. 17).

I vajolosi dell'*Annesso* dell'Hôtel Dieu, essendo stati trasportati allo Spedale St. Antoine, il Vajolo incominciò a infierire nel quartiere dei Quinze-vingt, che circonda lo Spedale, dimostrando che il contagio era stato trasportato col trasferimento dei malati nel nuovo locale.

(1) Le osservazioni del Miquel si possono leggere negli Annuari dell'Osservatorio di Montsouris del 1881, 1882 e 1883, dove alle corrispondenti pagine 499, 521 e 412 si trovano figurati i diagrammi, che stabiliscono il confronto fra la quantità dei Bacteri atmosferici degli anni suddetti, e le morti avvenute per Febbre Tifoidea, Vajolo, Rosolia, Scarlattina, Pertosse, Difterite, Eresipela, Dissenteria, Infezione purulenta, Gastro-enterite e Diarrea coleriforme dei bambini.

Però per trarre da questo studio conclusioni senza eccezione, bisognerebbe che gli esperimenti fossero ripetuti in molti luoghi, non interrottamente, e per lungo periodo di tempo, e credo che da tali indagini dovrebbero appunto cominciare coloro, che si occupano dei rapporti fra i Bacteri e le malattie. Tali osservazioni non risolverebbero certo in ogni parte la grave quistione, se cioè veramente a questi microfiti devesi l' origine e la propagazione dei morbi infettivi, inquantochè i loro aumenti potrebbero stare a rappresentare un effetto anzichè una causa, una coincidenza piuttostochè la essenza del contagio. Ma se fosse vero, come pare, che l'aumento nella proporzione dei Bacteri atmosferici, preceda quasi sempre, per lo meno di una settimana, la recrudescenza nei decessi per malattie infeziose, si potrebbero attingere dati preziosi per combattere, e in qualche modo anche per prevenire, l'invadere e il propagarsi di tali epidemie.



PARTE QUARTA

Modi di raccogliere, esaminare e valutare i diversi elementi del pulviscolo atmosferico.

LIBRO I.

Investigazioni sul Pulviscolo allo stato di polvere secca e nelle acque meteoriche.

Ai semplici espedienti ed agli imperfetti artifizi, usati dai primi sperimentatori per raccogliere ed esaminare le polveri atmosferiche, e per risolverle nei loro diversi elementi, oggigiorno si possono contrapporre metodi rigorosamente scientifici, ed apparecchi ed istrumenti quasi perfetti.

La dimostrazione che l' atmosfera tiene sospese delle minutissime particelle, l' abbiamo in quelle polveri, veri sedimenti aerei, che si depongono spontaneamente alla superficie degli oggetti, e nella traccia luminosa che lascia dietro di se un raggio di sole, quando penetra in una stanza buja da una stretta fessura.

L' apparecchio immaginato dal Tyndall, e che fu ideato primitivamente per studiare la scomposizione dei vapori per mezzo della luce, serve a dimostrare in modo indiscutibile la presenza delle polveri atmosferiche. L' aria *otticamente pura*, come la chiama il Tyndall, cioè sprovvista affatto di ogni particella sospesa, è impropria a rendere visibile un raggio luminoso, fortemente concentrato che l' attraversi. L'apparecchio del Tyndall (Fig. 6, Tav. XVI) si compone di una cassetta di legno, che ha uno dei lati fatto completamente di vetro, onde facilmente si possa dominarne tutto l' interno. Su due lati opposti della cassetta si trovano due aperture quadrangolari *W*, *W*, munite di vetri, dalle quali deve passare il raggio luminoso. La parte superiore della cassetta ha nel mezzo un foro di $0,^{m}$ 06 di diametro, al quale si adatta un tappo di caoutchouc con un foro, dove può scorrere una pipetta *B* foggiata a piccolo imbuto, e che può manovrarsi in tutti i sensi, mediante un tampone di ovatta imbevuto di glicerina, posta là dove passa nel tappo, e che funziona da scatola a stoppa. La pipetta serve per l' introduzione dei liquidi che devono riempire i tubi di saggio collocati nel fondo dell' apparechio. Sempre nella parete superiore della cassetta, si trovano due fori, *S S*, destinati a ricevere due tubi ripiegati più volte su loro stessi, coll'apertura rivolta

in basso. Essi servono a trattenere le particelle sospese trascinate dalle deboli correnti, che si determinano, per le variazioni di temperatura, fra l'aria esterna e quella interna. Il fondo della cassetta è provvisto di due serie lineari di fori, 6 per ciascuna linea, nei quali stanno i tubi contenenti i liquidi da sottoporsi all'azione dell'aria otticamente pura. Ritorneremo su questa ultima disposizione, parlando del modo di raccogliere nei liquidi di cultura il pulviscolo atmosferico.

Se le pareti della Camera del Tyndall vengono spalmate di una materia vischiosa, come sarebbe la glicerina, e se tutto l'apparecchio sia lasciato in quiete per qualche giorno, un raggio luminoso che penetri nell'interno rimarrà affatto invisibile, perchè il riposo sarà stato sufficiente a far deporre all'aria anche le particelle le più minute, le quali rimarranno fissate sul fondo ed alle pareti, trattenute dalla glicerina. Se invece l'aria venga fatta entrare nella camera senza queste precauzioni, e sia esaminata immediatamente senza darle tempo di deporre, allora potremo vedere il raggio in tutto il suo percorso, e tanto più distintamente, quanto più l'aria sarà carica di corpuscoli.

Il metodo del Tyndall può servire, come altrove dicemmo, a svelare le più minute e tenui particelle, là dove i più forti ingrandimenti del microscopio riescono affatto impotenti. Allorquando si esamina la traccia di un fascio luminoso parallelo che traversi l'aria *ordinaria*, con un prisma di Nicol situato in direzione perpendicolare al raggio, colla sua maggior diagonale in senso verticale, una porzione della luce che deriva dalle sostanze più tenui, trovandosi polarizzata, si estingue. Dall'altro lato le particelle più grosse, che non polarizzano la luce, rischiarano con una intensità tanto maggiore, quanto più il mezzo in cui si trovano è oscuro.

Il Tyndall ha dimostrato sperimentalmente che esistono particelle che esercitano un'azione identica sulla luce, e che tuttavia sono ultramicroscopiche. A questo scopo egli riempie di acqua stillata un recipiente in forma di campana rovesciata, e mentre con una bacchetta di vetro agita vivamente l'acqua, vi versa goccia a goccia una soluzione alcoolica di mastice. La proporzione usata dal Tyndall fu minore di quella indicata dal Brücke, non essendo che di 10 parti di gomma per 1000 parti di alcool. L'acqua aveva preso un bel colore azzurro, che era dovuto interamente alla luce dispersa dalle particelle di mastice. Esaminata orizzontalmente a traverso un prisma di Nicol col suo minor diametro verticale, la luce azzurra giungeva liberamente all'occhio; girando allora la grande diagonale verticale, la luce dispersa era totalmente estinta, ed il vaso sembrava pieno di acqua pura. Le particelle sospese, in questo caso erano talmente esili, che passavano a traverso quaranta filtri sovrapposti della miglior carta, e nel medesimo tempo non erano in alcun modo visibili al microscopio con un ingrandimento di 1200 diametri.

Il raggio luminoso dunque è un mezzo che oltrepassa di gran lunga il microscopio in sensibilità, per svelare queste particelle dell'aria, non già ipotetiche nè potenziali, ma *reali e di numero infinito*.

Il Pulviscolo atmosferico può essere studiato allorchè si è naturalmente deposto sotto forma di polvere secca sugli oggetti e sulle superfici; o quando

è stato trascinato dalla rugiada naturale o artificiale, dalla pioggia, dalla neve e dalla grandine; e finalmente quando è tuttora sospeso e natante nell' atmosfera.

Noi passeremo successivamente in rassegna i diversi metodi che possono applicarsi allo studio del pulviscolo, quando si trova in queste tre diverse condizioni.

CAPITOLO I.

Raccolta, esame e valutazione del pulviscolo allo stato di polvere secca.

Le polveri sospese nell' atmosfera non restano in questo stato che sotto l' influenza dell' agitazione dell'aria. Le più tenui vi possono essere mantenute per un tempo molto lungo, ma depositandosi, o prima o poi, sugli oggetti o sulle superfici, formano dei depositi, che possono chiamarsi veri sedimenti atmosferici, capaci di esser facilmente raccolti, esaminati e valutati.

§ 1.° — *Valutazione totale delle polveri secche.*

Il Tissandier (1) per raccogliere e valutare le polveri deposte spontaneamente dall' aria, adopera un foglio di carta lucida della superficie di 1 metro quadrato, teso sopra un telaio di legno, e rialzato leggermente ai lati. L'apparecchio è collocato in posizione orizzontale, in luogo ben isolato, all' altezza di 10^m a 15^m dal suolo, durante una notte calma. Al mattino, giovandosi di un pennello molto fine, si possono raccogliere tutte le particelle cadute nella notte, e pesarle. Il Tissandier malgrado le perdite inevitabili, è riuscito a raccogliere in tal modo da $0^{gr},0015$ a $0^{gr},0035$ di polvere. Un apparecchio più perfetto è quello immaginato dallo stesso Tissandier, che egli chiama *Tavola per le polveri*, e che si trova già installato all' Osservatorio di S.te Marie-du-Mont. È una tavola più lunga che larga, di 1 metro quadrato di superficie e provvista di un orlo alto $0^m,15$ (2). Il piano è coperto di un foglio di stagno, che vi è diligentemente incollato. La tavola è mobile sopra un asse centrale, e può essere orientata nella direzione del vento. L' uso di questa tavola necessita alcune precauzioni. Bene spesso succede che il vento vi trasporta sopra delle foglie, degli insetti. È inutile accennare che questi oggetti grossolani debbono esser separati dalla polvere, avanti di pesarla.

Le polveri secche, in questo modo o in altra maniera raccolte, possono esaminarsi direttamente al microscopio, stemperandole, come praticavano il

(1) *Tissandier*. Les Poussières de l' air. Paris, 1877, p. 6.
(2) Vedi *Tissandier* Loc. cit. fig. 4, p. 7.

Pouchet, l'Ehrenberg ed il Robin, in un poca d'acqua, oppure in un liquido vischioso, come la glicerina pura o il siroppo di zucchero.

Quando poi si voglia avere un' idea abbastanza esatta, non solo della natura della polvere raccolta, ma del numero di alcuni corpuscoli organizzati (Polline, spore crittogamiche, germi di Bacteri), allora bisogna procedere con un metodo molto più complicato, che necessita operazioni lunghe e di estrema precisione, quali son quelle qui sotto descritte.

§ 2.° — *Modo di contare le spore crittogamiche nelle polveri secche.*

Si comincia dal prendere un peso determinato di polvere, che si mescola con un peso ugualmente determinato di una sostanza vischiosa, la quale può essere o glicerina, o meglio siroppo zuccherino. Le proporzioni più utili per questa miscela sono di circa 1 parte di polvere su 200 di siroppo di zucchero. Mescolato esattamente il tutto, in modo da distribuire piu equabilmente che sia possibile la polvere nel suo veicolo, si prende con una bacchetta di vetro una goccia della mescolanza, e si depone sopra un vetrino, precedentemente pesato. L'aumento di peso del vetrino dopo che ha ricevuto la goccia, dirà il peso del miscuglio, e per conseguenza quello della polvere posta in prova. Ciò fatto, si rovescia il vetrino sopra una lastra porta-oggetti e si cerca distribuire il liquido in strato uniforme, e in modo che bagni esattamente tutta la superficie del vetrino, ma che non oltrepassi i suoi limiti. È questa forse la parte più delicata dell'operazione, perchè dalla sua esattezza dipende il buon resultato dell'esame; ma con un poca di pratica si arriva a porre sul vetrino una goccia di tali dimensioni, che occupi tutta la superficie, senza che oltrepassi i suoi lati. Per contare il numero delle spore crittogamiche, si colloca la preparazione sotto il microscopio, e si nota esattamente quante sono le spore visibili nel campo. Basta allora calcolare il rapporto fra la superficie del campo del microscopio e la superficie del vetrino, e moltiplicarlo per il numero medio dei germi scoperti nelle singole osservazioni, per avere, con un certo grado di approssimazione, il numero dei germi contenuti nella polvere esaminata.

Volendo raggiungere un maggior grado di precisione in questo genere di calcoli, è indispensabile eseguire tre o quattro preparazioni simili, e fare su ciascuna di esse da 200 a 300 letture, notando esattamente sopra un foglio il numero dei granuli di amido, di polline e di spore crittogamiche. Questo metodo è stato immaginato dal Miquel, che dà la seguente formula a base dei calcoli necessari.

$$N = \frac{P+p}{n}\left(\frac{M'}{\pi'} + \frac{M''}{\pi''} + \cdots\cdots + \frac{M^n}{\pi^n}\right)$$

nella quale P è il peso totale della emulsione; p il peso iniziale della polvere; $\pi'\ \pi'' \ldots . \pi^n$ il peso della emulsione introdotta in ogni preparazione; n la cifra delle preparazioni esaminate; $M', M'' \ldots . M^n$ il numero delle fruttificazioni vedute nel campo del microscopio.

§ 3. — *Modo di riconoscere e contare i Bacteri nelle polveri secche.*

Metodo Miquel. — Per contare i Bacteri il Miquel ricorre ad un metodo indiretto, cioè alle culture frazionate in liquidi nutritivi. Raccolta la polvere che si vuole analizzare, e postala in una navicella di platino o di vetro, purgata antecedente di ogni germe che potesse esservi aderente, si pesa il tutto alla bilancia, defalcando il peso della navicella. La polvere vien vuotata completamente in un pallone di vetro, contenente 200c. c. di acqua stillata resa sterile a + 110° C., ed il liquido vien fortemente agitato in modo da renderlo uniformemente torbo. Noi sappiamo intanto quanta polvere contiene 1.c. c. di questo liquido. Si prendono allora, per mezzo di una pipetta di vetro sterilizzata, 10c. c. del liquido del pallone, e si introducono in un altro pallone contenente 190c. c. di acqua sterilizzata. Col calcolo sarà facile conoscere quanta polvere conterrà 1.c. c. del secondo liquido. Agitando allora fortemente e ripetutamente, si preleva per mezzo di una pipetta una gocciola di liquido, che si lascia cadere in un palloncino che contenga una decozione nutritiva, per esempio del brodo di carne, e si eseguisce la medesima manovra per altri palloncini simili, il cui numero può essere di 60 o 80. Operando in tal modo avremo introdotto in ciascun palloncino una goccia del liquido dove era contenuta la polvere da noi raccolta. I palloncini, chiusi con tutte le precauzioni di cui più tardi diremo, vengono posti e mantenuti per varii giorni in una stufa fra i 30° e 35° C. Il liquido dei diversi palloncini non tarda ad intorbidarsi, ed ogni giorno vediamo aumentare il numero delle conserve alterate. L'esperienza può dirsi terminata, quando dopo un mese non si constata più alcun caso di alterazione nei liquidi rimasti chiari. Dal numero dei palloncini alterati, si calcola il numero dei germi di Bacteri che erano nella polvere sottoposta alla prova. Se per esempio di 60 palloncini ne troviamo solo 30 intorbidati, ciò vorrà dire che per lo meno nella polvere saggiata esistevano 30 germi di microfiti. Un esempio numerico renderà più facile la intelligenza del metodo proposto.

Supponiamo di aver preso 0gr,125 di polvere e di averli posti in 200c. c. di acqua. Ogni centimetro cubo di questa, conterrà 0gr,000625 di polvere. Prendiamo 10c. c. del liquido e poniamoli in 190c. c. di acqua ; ogni centimetro cubo di questa non conterrà più che 0gr,00003125 di polvere. Tolghiamo adesso 2.c. c. di questa ultima soluzione, e distribuiamoli equabilmente in 60 palloncini ripieni di brodo di carne sterilizzato, che dipoi manterremo durante un mese alla temperatura di + 30° C. Se dopo questo tempo troveremo che dei 60 palloncini seminati, 30 si alterarono per la presenza di Bacteri, è certo che i 0gr,0000625 di polvere dei 2c. c. di liquido, contenevano 30 germi di Bacteri, e che per conseguenza 1gr. della polvere posta in esperienza ne conteneva 480,000.

Più in tali esperienze il numero dei palloncini adoperati per la cultura sarà grande, più saranno piccole le frazioni di liquido seminato nei medesimi, e più il liquido sarà diluto, e tanto più precisi saranno i resultati. Questo

processo, proposto dal Miquel, senza pretendere all'esattezza dei più perfetti metodi di analisi chimica, è però più che sufficiente per dare resultati degni di attenzione, e da rispondere pienamente allo scopo, quando specialmente si pensi che il micrografo, così operando, si propone di valutare un numero collettivo di germi, 1 milione dei quali arriva appena al peso di 1/1000 di milligrammo! In questo genere di analisi, come assicura il Miquel, la approssimazione varia da 1/16 a 1/15 del numero totale dei germi. Alcune valutazioni comparative da lui praticate a scopo d'indagare la precisione del metodo, gli hanno dato cifre abbastanza vicine, cioè una volta nella prima porzione di polvere 1,300,000 Bacteri, e nella seconda 1,340,000; un' altra volta 760,000 e 740,000.

Metodo dell'Autore. — Nel parlare della valutazione dei Bacteri nell'aria libera, accennerò ad un metodo da me proposto, che può servire anche meglio alla valutazione dei Bacteri delle polveri secche, e dei Bacteri della rugiada, della pioggia e della neve. Mi pare anzi che tal metodo offra non pochi vantaggi di speditezza e di precisione, su quello già descritto del Miquel, e su l'altro che descriveremo per i Bacteri delle acque meteoriche.

Il metodo che raccomando consiste nel coltivare i Bacteri nei mezzi nutritivi solidi (gelatina rappresa), piuttostochè nei liquidi. Dei vantaggi di questa pratica, delle ragioni che possono farla preferire, del modo particolare con cui i microfiti si sviluppano in colonie nella gelatina, sarà più largamente ragionato altrove (1). Dirò intanto che per eseguire con questo processo la valutazione dei Bacteri nelle polveri secche, si prende una data porzione di polvere esattamente pesata, la si stempera in 200c. c. di acqua stillata resa sterile, o in maggior quantità a seconda della proporzione della polvere adoperata, si agita con forza e ripetutamente, si preleva 1c. c. di liquido così ottenuto, e si mescola a della gelatina (2) mantenuta fluida a dolce temperatura, che si getta poi sopra una lastra di vetro orizzontale, facendola solidificare per mezzo del ghiaccio. In tal modo i Bacteri presenti nel centimetro cubo di liquido adoperato, vengono distribuiti equabilmente nella gelatina, ed ogni germe si sviluppa in colonia distinta e separata dalle altre, che dopo pochi giorni si può apprezzare anche ad occhio nudo. Dal numero delle colonie sviluppate, si deduce il numero dei germi primitivamente contenuti nel centimetro cubo di liquido, e per conseguenza la quantità che ne esisteva nella polvere totale stemperata nell'acqua.

---

(1) Vedi Parte IV, Libro II. Cap. V. B. 3.
(2) Si può far uso della soluzione di gelatina indicata dal Koch, cioè al 10 0/0, di debole reazione alcalina, e preparata con gelatina di colla di pesce e con infuso di carne peptonizzato.

CAPITOLO II.

Esame e valutazione del Pulviscolo trascinato dalle acque meteoriche.

§ 1.° — *Esame e valutazione del Pulviscolo nella rugiada.*

Se è possibile nella rugiada naturale scoprire alcune parti costituenti il Pulviscolo atmosferico, ed anche le spore crittogamiche, è difficilissimo porre in evidenza i germi dei Bacteri, perchè rappresentati da minutissime granulazioni, facili a confondersi con altre di diversa natura, e perchè vi son contenuti sempre in molto scarsa proporzione. Lo Schönauer (1) si è in particolar modo occupato dell'esame dei corpuscoli dell'aria, trascinati nel vapor di acqua artificialmente condensato. A questo scopo egli adoperava una serie di tubi da saggio contenenti del solfato di soda o altro miscuglio refrigerante, e che trasportava in una cassetta a ciò destinata. Giunti sul luogo dell'esperimento, dopo avere asciugato e ben pulito l'esterno dei tubi, vi si versa dentro un poco di acido cloridrico allungato, si chiude, si agita e si aspetta che la rugiada si deponga. Appena che ne apparisce una goccia al fondo del tubo, la si depone sopra una lastrina di vetro, e si aspira per mezzo di un tubo di vetro affilato alle due estremità, che si saldano alla lampada immediatamente dopo l'introduzione del liquido. In questo modo si possono raccogliere vari saggi da esaminarsi al microscopio. Lo Schönauer ha usato anche un altro metodo, non molto pratico, che consisteva a lavar l'aria con la polvere di acqua fornita da un polverizzatore.

In luogo dei tubi da saggio, preferiti dallo Schönauer, si può, quando specialmente si voglia raccogliere più gran quantità di vapore acqueo condensato, usare palloni di vetro ripieni di ghiaccio. Adoperando tre o quattro palloni della capacità ciascuno di 3 litri, si può giungere in due ore a raccogliere quasi $100^{gr.}$ di rugiada artificiale. Il modo di operare è il seguente. Scelti quattro palloni di vetro della capacità indicata, si mette in ciascuno 1 chilogr. di ghiaccio in pezzi, e si collocano all'aria libera a circa 1^{m} dal suolo. Ciò fatto, si asciuga diligentemente ogni pallone con carta bibula, e poi si cerca di distruggere qualunque germe che potesse aderire alla sua superficie esterna, arroventandoli con una larga fiamma prodotta da una spugna imbevuta di alcool. Al di sotto di ciascun pallone si colloca un recipiente, del pari sterilizzato, che deve raccogliere l'acqua di condensazione,

(1) *Schönauer*. Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1877, p. 482, e fig. 50, p. 491.

la quale si riunisce poi in un recipiente ben netto e reso sterile, e che si chiude accuratamente.

Qualunque sia il metodo preferito per procurarsi la rugiada artificiale, una volta ottenuta, se ne destina parte all'osservazione microscopica immediata, e parte alle culture successive.

L'esame microscopico deve essere eseguito immediatamente dopo la raccolta. Con esso si può aver subito la dimostrazione delle varie particelle inerti, sì minerali che organiche, e di quei corpuscoli organizzati meno tenui, quali i granuli di amido e di polline, e le fruttificazioni delle diverse Crittogame, che si possono contare sotto il campo del microscopio, collo stesso metodo indicato per quei corpuscoli che si trovano nelle polveri secche. Se poi si fa evaporare lentamente sopra la lastrina di vetro una goccia di liquido, oltre le forme rammentate, si possono avere nel residuo dell'evaporazione delle forme cristalline, rappresentate da arborizzazioni, o da veri e propri cristalli, riferibili in special modo al nitrato di ammoniaca, o a qualche altro sale fra quelli che abbiam detto trovarsi nell'aria.

Se l'osservazione microscopica eseguita direttamente sul liquido, può senz'altro scoprire gli elementi meno esili, non è così però per i germi dei Bacteri, i quali, essendo rappresentati da minutissime granulazioni, son difficili a riconoscersi sicuramente fra le altre particelle simili all'apparenza, ma di natura differente. È vero che la colorazione per mezzo dell'iodio, è capace di svelare la natura organica delle tenui e finissime granulazioni, e farle distinguere dai corpuscoli di natura minerale; ma però se questo mezzo può fornire qualche indizio importante, non potrebbe da solo far giudicare sicuramente della presenza dei Bacteri, e sarebbe poi affatto insufficiente a dare un giudizio sul loro numero. Anche qui dunque, come abbiamo veduto per le polveri secche, bisogna ricorrere a dei processi indiretti, cioè a quello delle culture successive e frazionate.

A questo scopo si prendono $50^{gr.}$ a $60^{gr.}$ della rugiada artificiale, e si distribuiscono, per porzioni esattamente uguali, in 50 o 60 palloncini contenenti brodo di carne, o qualche altro liquido nutritivo. I palloncini vengon quindi mantenuti per diversi giorni alla stufa, tenendo nota del numero di quelli alterati, e giudicando da questo numero, della proporzione dei germi contenuti nella rugiada usata per l'esperimento.

Qui poi, più che altrove, è applicabile il metodo di cultura sulla gelatina rappresa, già da me proposto per le polveri secche, inquantochè nulla è più facile che mescolare una porzione determinata di rugiada a della gelatina, e operare come fu detto.

§ 2.° — *Esame e valutazione del Pulviscolo nella pioggia.*

L'acqua di pioggia da destinarsi all'esame del Pulviscolo da essa trascinato, potrebbe raccogliersi per mezzo dei comuni pluviometri; ma sic-

come bisogna porsi in condizioni da eseguire la raccolta, in modo che l'acqua non acquisti impurità negli apparecchi dove si raduna, così agli ordinari pluviometri, che sono in metallo e non possono essere mantenuti nella necessaria nettezza, è bene sostituire dei mezzi più appropriati.

Un apparecchio che offre tutti i vantaggi richiesti, è quello rappresentato dalla Figura 1 della Tav. X. Esso si compone di un imbuto *A*, che può essere di rame nichelato o argentato, oppure semplicemente di vetro, sostenuto da un anello e da un'asta fissata ad un palo. Al di sotto dell'imbuto si trova un piccolo crogiolo di platino *b*, retto da un sistema di aste che può avvicinarlo e allontanarlo facilmente dalla punta dell'imbuto. Avanti di procedere alla raccolta dell'acqua, tanto l'imbuto quanto il crogiuolo, devono essere sterilizzati direttamente sui loro stessi sostegni, alla fiamma di un lume ad alcool. È utile raccogliere la pioggia in diverse porzioni, cioè al principio, alla metà e sull'ultimo, ed esaminarle separatamente. Le prime porzioni, specialmente se la pioggia tenne dietro ad una prolungata siccità, son quelle più ricche di Pulviscolo.

Il Tissandier descrive un grande pluviometro, installato dall' Hervè-Mangon all' Osservatorio di S.te Marie-du-Mont, e destinato raccogliere grandi quantità di acqua piovana, per eseguirvi sopra le analisi microscopiche e chimiche. Questo collettore si compone di una serie di lastre di porcellana, provviste di un orlo da tre lati, e disposte come i tegoli di un tetto sopra un' ossatura di legno. L'apparecchio permette di raccogliere un volume di pioggia considerevole. Le acque meteoriche scorrono sulla superficie delle lastre di porcellana, si riuniscono in una doccia mediana, e di là scolano in un recipiente per mezzo di un grande imbuto di vetro (1).

L'acqua di pioggia raccolta può servire alla valutazione totale del residuo, rappresentato da tutte le particelle che cadendo ha raccolto dall' aria; alla valutazione delle materie minerali e delle materie organiche, dell'azoto e dell'ammoniaca; all'esame ed alla numerazione dei corpuscoli organizzati, Infusori, germi di Muffe e Bacteri.

Volendo valutare il complesso del Pulviscolo trascinato dalle acque di pioggia, e la relativa proporzione fra le materie minerali e le materie organiche, si prende una data quantità di liquido, e si evapora in capsula di platino a bagno-maria. Il residuo, lasciato raffreddare entro l' essiccatore, vien pesato, e dopo, per la successiva combustione a fuoco nudo, si ha la proporzione fra le materie minerali e quelle organiche.

L'azoto ammoniacale, l'azoto nitrico e nitroso, l'azoto delle materie albuminoidi, sarà valutato usando di quei metodi più recenti che la chimica moderna mette a nostra disposizione. L'esame microscopico può eseguirsi tanto su una goccia di liquido prelevato dall'intiera pioggia, quanto sul sedimento che può ottenersi col riposo più o meno lungo. Per farsi una giusta idea della quantità dei corpuscoli organizzati delle acque piovane, l'esame

(1) Vedi le Figure 5, 6 e 7 a pag. 13 del più volte citato lavoro del Tissandier.

microscopico va eseguito il più presto possibile, inquantochè, coll'attendere, i germi possono svilupparsi e dar luogo a generazioni rapide e successive, perdendo così ogni idea esatta del loro numero primitivo.

Il modo di contare le fruttificazioni delle Muffe, gli Infusori e i granuli di Polline, è perfettamente uguale a quello descritto per le polveri secche e per la rugiada.

Per l'esame e la valutazione dei Bacteri nelle acque di pioggia, si può ricorrere al metodo indiretto delle culture frazionate più volte citato, o alle culture sulla gelatina rappresa, mescolata a volumi cogniti di acqua piovana, operando, nell'un caso o nell'altro, come fu detto a proposito della valutazione dei Bacteri nelle polveri secche, nella rugiada, o nel vapor d'acqua artificialmente condensato. Se l'acqua di pioggia fosse oltremodo carica di organismi, bisognerebbe diluirla a 1/10, 1/100 e più, secondo i casi.

L'Hermann Fol ed il Dunant (1) raccomandano una felice modificazione da loro introdotta nei metodi usati per valutare i Microbi nelle acque, e che per conseguenza può essere applicata alla numerazione dei microrganismi delle acque piovane. Gli autori eseguiscono la diluzione dell'acqua da analizzarsi nel brodo stesso, che viene poi distribuito in una serie di vasi di vetro, purgati in precedenza da qualunque germe. Il recipiente in cui si eseguisce la miscela ha la forma di un pallone (Fig. 7, Tav. XV), il cui collo è chiuso da un tappo smerigliato a cappuccio e tubulato. Il recipiente, dopo aver ricevuto $200^{c.c.}$ di brodo di carne, vien posto in una caldaia ad autoclave alla temperatura di 110° C., e quindi al momento dell'analisi vi si introduce, sollevando il tappo tubulato, l'acqua da esaminarsi nella proporzione di una goccia a qualche centimetro cubo, a seconda della sua purezza. Il liquido è agitato fortemente e poi distribuito, per mezzo della tubulatura laterale, in 40 a 50 piccoli matracci del Freudenreich, sterilizzati a 200° (Fig. 8, Tav. XV).

Più recentemente il Miquel (2) ha proposto un apparecchio registratore per i Bacteri della pioggia, al quale dette il nome di *Udobacterimetro*. L'istrumento si compone di un movimento di orologeria, che muove orizzontalmente una striscia di carta spalmata di gelatina (3) entro una campana di vetro, e di un imbuto destinato a deporre goccia a goccia sulla carta la pioggia, nei diversi momenti della sua caduta, ad intervalli presso a poco uguali. L'acqua lascia aderenti alla carta i Bacteri, i quali, posti in incubazione per 8 o 10 giorni sotto una campana in un'atmosfera umida, si sviluppano in colonie isolate e distinte, che appariscono sulla carta come altrettante macchie, e che possono quindi facilmente esser contate, calcolando dal loro numero, il nu-

---

(1) *Hermann Fol*. Bacteri nelle acque. (Arch. d. Sciences physiques et naturelles de Genève. 3.me periode, t. XI, p. 557).

(2) *Miquel*. Bactéries des eaux de pluie. (Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1885, p. 597).

(3) Per la preparazione di questa carta vedi Parte IV, Libro II, Cap. II, § 4.

mero dei germi primitivi che si deposero nell' atto della esperienza. Per fissare stabilmente sulla carta le colonie si fa seccare a 30° (4).

§ 3.° — *Esame e valutazione del Pulviscolo nella neve e nella grandine.*

Le stesse operazioni che si eseguiscono sulle acque di pioggia, possono del pari mettersi in pratica trattandosi delle acque di fusione della neve, della grandine e del ghiaccio. Si praticheranno cioè le osservazioni microscopiche su questi diversi liquidi, tanto per stabilire la natura dei diversi corpuscoli organizzati, quanto per contarli. Si farà l'evaporazione del liquido e la combustione successiva del residuo secco, per valutare il complesso delle materie, e per sapere quanto sono le minerali e quanto le organiche. Si cercheranno finalmente le spore crittogamiche, e si eseguiranno le culture frazionate in liquidi, o le culture su gelatina per Bacteri, nei modi più volte rammentati. Tanto la neve, quanto la grandine, dovranno raccogliersi in vasi bene netti, e precedentemente sterilizzati. Piuttostochè usare i comuni apparecchi che si trovano negli Osservatori metereologici per raccogliere la neve e la grandine, sarà bene procurarsi i diversi saggi su cui si deve sperimentare, in recipienti di vetro, o di metallo nichelato o argentato, riserbando l'ordinario nevometro per raccogliere e misurare la quantità totale di neve o di grandine, caduta in un dato tempo.



(4) Per maggiori dettagli vedi quello che sta scritto nella Parte IV, Libro II, Capo V, B. 3, a proposito della valutazione oraria dei Bacteri sospesi nell' aria.

LIBRO II.

Investigazioni sul Pulviscolo sospeso nell'aria.

Nei casi presi antecedentemente in esame era la rugiada, la pioggia, la neve o la grandine, l'agente che si incaricava di raccogliere dall'atmosfera il Pulviscolo che vi stava sospeso. Questi mezzi però non sono sufficienti a purificare completamente l'aria delle sue polveri, tanto è vero che una pioggia che succeda ad un'altra pioggia, anche a breve intervallo, è sempre provvista di una certa quantità di Pulviscolo. A questo si aggiunga che raccogliendo il Pulviscolo deposto naturalmente sugli oggetti, o quello trascinato dalle acque meteoriche, non possiamo avere, nemmeno approssimativamente, un'idea sulla quantità dell'aria che ha fornito il sedimento secco o il deposito in fondo al liquido, e per conseguenza non sappiamo qual'è la proporzione del Pulviscolo raccolto sopra un dato volume di aria..

Le analisi eseguite direttamente sull'atmosfera per raccoglievi le polveri sospese, hanno da questo lato una importanza ed una esattezza incontestabile, perchè i processi che si adoperano, mentre assicurano una più perfetta e completa raccolta, indicano con scrupolosa esattezza la quantità d'aria che l'ha fornita.

Alcuni però, non so con quanto savio intendimento, preferiscono di raccogliere il Pulviscolo sospeso nell'atmosfera, esponendo liberamente all'aria dei tubi o dei vasi contenenti delle infusioni organiche, ed attendendo che l'aria che vi passa sopra, vi deponga naturalmente le sue particelle sospese. Così opera il Tyndall, così il Fodor, e così anche fece il Giacosa nei suoi esperimenti sul Monte Marzo. Il Fodor a difesa del metodo da lui adottato, dice che è possibile farsi un'idea approssimativa della quantità di aria che è passata sull'apertura del tubetto collettore. Egli ammette che l'aria passi al di sopra della bocca del tubo, che ha 15 millimetri di diametro, con una velocità media di 1^m al minuto secondo, e che uno strato di 1 millimetro di spessore di tale aria, venga a contatto colla superficie del liquido conte-

nuto nel tubo. In queste condizioni, secondo il Fodor, nelle 24 ore sarebbero passati circa 1300 litri di aria, i quali avrebbero deposto tutte le particelle che tenevano in sospensione. Come facilmente si scorge, i dati invocati dal Fodor per giudicare della quantità di aria che ha fornito i suoi corpuscoli al liquido nutritivo, non solo riescono grandemente incerti nel loro complesso, ma son soggetti a variare ad ogni istante. Infatti un calcolo elementare permette di dimostrare, che una superficie di 4 centimetri quadrati, spalmata di una sostanza mucillagginosa, capace di trattenere i corpuscoli che vengono con lei a contatto, avrebbe bisogno, con un vento medio, di stare esposta all'aria durante tre mesi, per radunare la maggior parte delle particelle sospese in $1^{m.c.}$ di aria. Chi dice poi quale è la velocità dell'aria che passa al di sopra del tubo durante l'esperimento; e chi può dire che tale velocità si mantenga costante in tutti i periodi delle 24 ore? Se l'atmosfera, come talora succede, sarà in stato di calma, la velocità di $1^{m.}$ al minuto secondo, adottata dal Fodor come media, sarà straordinariamente eccessiva, come sarà molto, ma molto al di sotto del vero, se l'atmosfera sia agitata da forti correnti, che possono raggiungere, come sappiamo, velocità straordinarie variabili da 5, 10, 20 o perfino 40^{m} al minuto secondo. A tutte queste cause di errore, altre possono aggiungersene, certo non indifferenti, quali son quelle che l'aria non si rinnoverà dentro al tubo, con quella facilità e in quella proporzione come si rinnova all'esterno, ciò che rende sempre più fallaci i calcoli del Fodor; e che nel tubo non cadranno che le particelle le più pesanti, perocchè sappiamo che le più leggere non si depongono che difficilmente ed anche con gran lentezza, e solo quando l'aria è perfettamente calma. Col metodo di esporre i liquidi nutritivi liberamente all'aria, aspettando che questa vi deponga spontaneamente le sue polveri, abbiamo dunque due inconvenienti capitali; l'uno che la maggior parte delle polveri sfuggono all'azione del liquido; l'altro che è assolutamente impossibile avere un idea, anche lontana, della quantità di aria che fornì i corpuscoli ai liquidi nutritivi. Ma di ciò basta per ora; dovendo tornare sull'argomento, quando esporremo i diversi metodi di cui si son valsi i singoli autori, per raccogliere e studiare il Pulviscolo sospeso nell'atmosfera.

Ciò premesso è facile accorgersi che i metodi migliori per l'esame e la valutazione del Pulviscolo, si devono fondare sul principio di far passare una quantità d'aria, esattamente misurata, a traverso liquidi o filtri, o a farla battere in filo sottilissimo sopra materie glutinose, per obbligarla ad abbandonare tutti, o quasi tutti, i suoi corpuscoli sospesi.

I meccanismi per raggiungere questo scopo, si riducono a quelli che spingono una corrente d'aria a traverso, o sopra le materie destinate a fissare le polveri, e agli artifizi diversi impiegati per radunare e fissare queste polveri. Ai primi appartengono tutti gli apparecchi aspiranti e prementi, (pompe, aspiratori, campane, ecc.); ai secondi gli Aeroscopi colle loro lastre glutinose, i tubi con tamponi filtranti, gli apparecchi di gorgogliamento, ecc. A complemento degli uni e degli altri, vengon quindi i Contatori, che segnano le quantità di aria poste in esperimento.

CAPITOLO I.

Meccanismi destinati a stabilire una corrente d'aria.

La corrente d'aria può esser determinata in vario modo, e tutti i mezzi possono esser buoni, quando sien capaci di aspirare un certo volume gassoso, e di indicarne *esattamente* la quantità.

La corrente d'aria deve prodursi per *aspirazione* e non per *pressione*, e perciò sono da usarsi sempre gli aspiratori, e non i ventilatori a propulsione, o soffioni. La corrente deve *immediatamente*, e pel più breve cammino, giungere sulla materia o nell'apparecchio che è destinato a ricevere e trattenere il Pulviscolo. Qualunque tubo di congiunzione, e peggio qualunque meccanismo, interposto fra l'apertura da cui ha principio la corrente d'aria e il collettore del Pulviscolo, deve essere con sommo studio evitato. Volendo, ad esempio, raccogliere il Pulviscolo dell'aria esterna, non si collochi mai, come han fatto taluni, l'apparecchio collettore nell'interno del Laboratorio, collegandolo coll'aria esterna per mezzo di un tubo, sia pure di vetro. Adoperando questa disposizione, è certo che buona parte del Pulviscolo rimarrà aderente alle pareti del tubo, e sarà perciò sottratto, con scapito della verità, alla materia ed al liquido destinato a riceverlo. Per mie esperienze particolari, mi son potuto convincere dell'influenza che può avere sull'esattezza dell'analisi, l'uso dei tubi che portino l'aria aspirata all'apparecchio collettore. Anche se il tubo è cortissimo, 10 a 12 centimetri, dopo 24 ore si possono benissimo scorgere ad occhio nudo, minute particelle deposte sulle pareti interne, e dopo 15 o 20 giorni tutto il tubo è spalmato da una materia pulverulenta e nerastra.

A. — Apparecchi a propulsione.

A più forte ragione poi dovranno rigettarsi tutti quegli apparecchi, detti ventilatori a palette a propulsione, soffioni idraulici, ecc., che aspirando l'aria da un lato, la rigettano dall'altro sotto una data pressione, e la fanno passare nella parte dell'apparecchio che serve di collettore delle polveri. È facile persuadersi degli inconvenienti reali dei ventilatori a propulsione e con palette, della forma di quello, non troppo opportunamente immaginato dal Klebs, e da lui e dal Tommasi Crudeli usato per raccogliere saggi di Pulviscolo dell'aria dell'Agro Romano (1). Nell'apparecchio del Klebs, l'aria aspirata avanti di giungere sulla lastra di vetro spalmata di gelatina, attraversa il tamburo dell'aspiratore, viene a contatto con le sue palette e coi tubi di

(1) *Klebs, Tommasi Crudeli.* Studi sulla natura della Malaria. Roma, 1879, fig. 1, p. 26.

uscita, e non può fare a meno, durante questo non breve cammino e con tutti gli ostacoli che incontra, di perdere parte dei suoi corpuscoli. Quei medesimi corpuscoli poi, che son rimasti aderenti alle superfici interne dell'apparecchio, potranno più tardi in altro esperimento, e sotto la spinta della corrente d'aria, essere staccati, e andar così a portare un resultato erroneo nella nuova esperienza. Nè vale il dire che, essendo il tamburo del ventilatore da smontarsi, v'è modo di ripulire la superficie interna della cassa e le ali del ventilatore, perchè non potremmo esser mai sicuri che le operazioni di nettezza sian fatte in modo da escludere qualunque pericolo. Se il ventilatore del Klebs può esser sufficiente per esperimenti di saggio, non può davvero adoperarsi, quando si tratti di eseguire delle osservazioni di confronto sulla purezza di atmosfere diverse, e nemmeno quando si voglia valutare il numero dei microrganismi atmosferici, o anche semplicemente verificare la presenza o l'assenza di alcune specie.

Altrettanto e più disadatti, riescono quei meccanismi che funzionano sotto una corrente di acqua, aspirando l'aria esterna e facendola quindi uscire da apposita apertura in getto forzato. L'aria, nel cammino che fa a traverso le varie parti del meccanismo, e più che mai per trovarsi a contatto e per gorgogliare fra mezzo all'acqua, si spoglia della maggior parte delle sue particelle sospese, e quando esce in getto forzato dall'apparecchio, è molto più pura di quando v'è entrata.

Mi sembra che le precedenti considerazioni sien valevoli a far rigettar l'uso dei ventilatori a propulsione sia a paletta, sia a caduta di acqua, sia funzionanti per altro artifizio, o provvisti di altri meccanismi. Resta dunque stabilito che la corrente d'aria debba penetrare sempre nell'apparecchio collettore del Pulviscolo, per aspirazione e non mai per pressione o per getto forzato.

B. — Apparecchi ad aspirazione.

Fra tutti i meccanismi di aspirazione troviamo modelli svariatissimi, costruiti secondo principii diversi, che agiscono ora per semplice deflusso dell'acqua; ora per un getto forzato di acqua o di vapore; ora per movimenti di ruote, di palette, di eliche; ora per campane e viti pneumatiche, o per pompe a stantuffo.

1. — *Recipienti in cui si è praticato il vuoto.*

Si può raccogliere una certa quantità d'aria, aprendo sul luogo dell'esperimento un recipiente a chiavetta ermeticamente chiuso, e dove in precedenza sia stato fatto il vuoto. L'aria, precipitandosi nell'interno del recipiente, lo riempie completamente, ed allora, chiusa la chiavetta, il saggio può spedirsi al Laboratorio per le relative indagini. Molte delle valutazioni dell'ossigeno e dell'acido carbonico atmosferico, praticate dai primi sperimentatori, sono state eseguite raccogliendo in tal modo l'aria del mare, dei monti,

o delle lontane regioni. Nulla impedisce che ai recipienti in tal modo preparati, possano darsi delle dimensioni da 50, 100 e più litri di capacità, potendoli fare in metallo ed a perfetta tenuta; ma se questo metodo di raccogliere l'aria, ed eseguirne poi l'analisi in Laboratorio, può essere commendevole per le indagini degli elementi gassosi dell' atmosfera, non può essere utilmente applicato, quando si tratti di fare degli studi sul Pulviscolo. Infatti l'aria raccolta nel recipiente, può abbandonare sulle pareti del medesimo molti dei corpuscoli che teneva in sospensione, senza dire che le manovre successive che occorrono per scacciar l'aria dal recipiente (liquidi o mercurio), son cagione di ulteriori sottrazioni delle diverse parti costituenti il Pulviscolo. Con questo metodo è impossibile giungere a farsi un' idea esatta della qualità e della quantità delle polveri, che stavano sospese nell'aria al momento della raccolta.

2. — *Recipienti a deflusso di acqua.*

L'Aspiratore il più semplice è costituito da un recipiente di vetro o di metallo, provvisto di due aperture, l' una inferiore, munita di chiavetta, da cui scola l' acqua; l' altra superiore, da porsi in comunicazione coll' apparecchio collettore del Pulviscolo, e dalla quale si fa l' aspirazione dell' aria, destinata a sostituire nell' interno del recipiente il volume corrispondente dell' acqua, a misura che fluisce. A rendere più completo l'apparecchio, occorrono altre due aperture collocate superiormente, l'una per un termometro, l' altra per un manometro, che servono a misurare la temperatura dell' aria nell' interno dell' apparecchio, e la sua pressione durante il deflusso dell' acqua. Gli Aspiratori di tal forma, ai quali si possono assegnare dimensioni variabili da 10, 100, 300 e più litri, sono stati i meccanismi di aspirazione di cui si son valsi i primi sperimentatori, ma che tuttavia in speciali condizioni, e quando debbano rimaner fissi in un luogo, danno tuttora eccellenti resultati, perchè permettono di misurare con estrema esattezza il volume gassoso.

Aspiratore Piria. — Il Piria immaginò un modello di Aspiratore molto semplice e molto comodo (Fig. 2, Tav. X). Esso consiste in un vaso di vetro, *A*, con robinetto alla sua parte inferiore, entro cui sta immersa una campana *B*, pure di vetro, provvista superiormente di una tubulatura *c*, con tappo e robinetto. Per mettere l'Aspiratore in azione, si unisce il robinetto *e* coll' apparecchio collettore del Pulviscolo, e si apre la chiavetta *d*, facendo scolare l' acqua in modo che la differenza di livello del liquido nei due vasi sia piccola, e si mantenga sempre costante.

I vantaggi che presenta l' Aspiratore del Piria, sono di poter regolare colla massima facilità e precisione la pressione nell'interno dell' apparecchio; di poterne apprezzare e misurare ad ogni momento le differenze per mezzo del dislivello del liquido nei due vasi, e di poterla calcolare esattamente alla fine dell' esperienza, quando l' aria nell' interno dell' apparecchio rimane ad una pressione inferiore a quella esterna, perchè sul circuito della corrente fu interposto un tubo con liquido per il gorgogliamento dell' aria.

ASPIRATORE REGNAULT E REISET. — Nel corso di Chimica del Regnault si trova descritto un Aspiratore nel quale l' aria penetra senza pressione. Il Reiset, che per i suoi studi sull' acido carbonico atmosferico, aveva bisogno di un Aspiratore che funzionasse regolarmente, ha modificato alquanto l' apparecchio del Regnault. La modificazione introdotta dal Reiset (1) è stata necessaria per ottenere una regolare circolazione d' aria, quando sul passaggio della corrente erano interposte delle bolle e dei tubi ripieni di liquido. In questo caso l' aria nell' Aspiratore acquista una forza elastica notevolmente più debole di quella dell' aria esterna, potendo la differenza di pressione variare da 20 a 30 mill. di mercurio. Onde impedire che l' aria rientri nell' Aspiratore dalla chiavetta a quadrante che regola lo scolo dell' acqua, la doccia di questa chiavetta è in comunicazione con un tubo di vetro lungo 1^{m}, che sta immerso per qualche centimetro in un vaso di acqua. Nell' atto che termina l'esperimento, l' altezza dell' acqua sollevata nel tubo di vetro può indicare la pressione dell' aria raccolta. Un manometro a mercurio, comunicante con l'Aspiratore, permette di determinare esattamente questa pressione. Nel medesimo tempo si osserva il barometro ed un termometro, il cui bulbo è situato nel centro dell' apparecchio, e con questi dati, si può, nel modo con cui appresso diremo, ricondurre l' aria a 0.°, allo stato secco, ed alla pressione normale di 760^{mm}.

ASPIRATORE DOPPIO A BILANCIA. — Allo scopo di evitare un consumo eccessivo di acqua, e l' operazione, sempre lunga e noiosa, di riempire l'Aspiratore ogni volta che ha funzionato, sono stati immaginati i doppi Aspiratori a rotazione. Questi consistono in due recipienti di metallo, identici per costruzione e per capacità, che funzionano alternativamente per un moto di rotazione che viene loro impresso. I due recipienti sono fissati sullo stesso asse, attorno al quale devono girare successivamente. Essi comunicano fra loro mediante una tubulatura centrale, mentre per mezzo di due condotti praticati nell' asse del perno, sono sempre in comunicazione, il serbatoio inferiore coll' aria libera, il superiore, mediante un tubo di giuntura, coll' apparecchio collettore del Pulviscolo. Ciò posto, essendo il serbatojo inferiore ripieno di acqua, e l' altro di aria, si capovolge l' apparecchio girandolo sul suo asse, in modo che il liquido scoli lentamente nel recipiente inferiore. Il vuoto si produce nel primo recipiente, e l' aria tendendo a rientrarvi, è obbligata a passare dall' apparecchio collettore, abbandonandovi tutte le particelle sospese. Quando l' acqua ha finito di sgorgare, si capovolge di nuovo l'apparecchio e così di seguito quante volte occorra.

Sebbene questi Aspiratori presentino una manovra molto facile, e per questo appunto si raccomandino, non sono tuttavia scevri da inconvenienti, specialmente quando occorra avere un idea esattissima del volume di aria adoperato nell' esperienza. Per la resistenza diversa che l' aria può incon-

---

(1) *Reiset.* Recherches sur l' ac. carbonique de l'air. (Compt. Rend. Ac. Sc. Vol. 88. 1879, p. 1007).

trare negli apparecchi collettori del Pulviscolo, e per l' acqua che in ogni copovolgimento rimane sempre nei condotti di comunicazione dei recipienti, l' aria passa più o meno facilmente nel recipiente superiore, e per conseguenza, trovandosi quivi più o meno rarefatta, impedisce all' acqua di scolare più o meno completamente nel recipiente inferiore, e di aspirare per conseguenza quella precisa quantità di aria che è stata calcolata nella costruzione dell' apparecchio. Sebbene quest' errore in ogni esperienza non raggiunga cifre rilevanti, pure non bisogna dimenticare che esso si somma tante volte, quanti saranno stati i movimenti di rotazione dell' Aspiratore.

Fino dal 1867 (1) io modificai alquanto quest' apparecchio, riducendolo come è rappresentato nella seguente Figura.

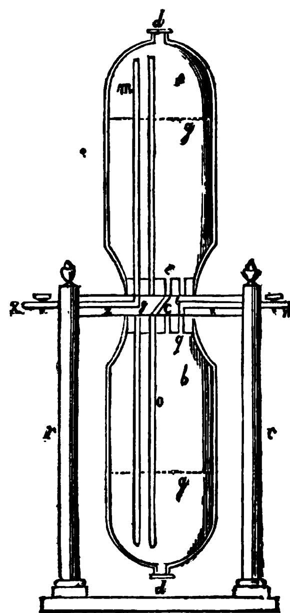


Fig. 1 — Aspiratore doppio a bilancia del Roster.

L'aver aggiunto in ogni recipiente il tubo *o*, e sostituito all' unica comunicazione diretta fra i due serbatoi degli antichi apparecchi, una doppia via che funziona a seconda della posizione alterna dei recipienti, portò il benefizio di assicurare un più regolare scolo dell' acqua, e di impedire che l' aria contenuta nel recipiente inferiore, sotto la pressione che acquista, potesse risalire, come spesso succedeva, nel recipiente superiore per la via di comunicazione qual' era disposta nei vecchi apparecchi. Un attento esame della Figura 1, farà vedere come funzioni l' apparecchio da me modificato, e le vie respettive che tengono l' acqua e l'aria, senza che la corrente dell'una e dell'altra possano nuocersi scambievolmente.

Se gli Aspiratori costituiti da un recipiente, nei quali la corrente d' aria è determinata dallo scolo dell'acqua, hanno il vantaggio di far conoscere esattamente il volume d' aria aspirata, presentano dall' altro l' inconveniente di restare inefficaci, quando si abbia bisogno di esaminare grandi volumi di aria, per lunghi periodi di tempo, non interrottamente e senza sorveglianza alcuna. Sebbene non sia impossibile assegnare a tali Aspiratori capacità di 600, 800 ed anche 1000 litri, pur tuttavia in questo caso la manovra dell' apparecchio riesce difficile, e per il suo gran volume e per il peso non indifferente, anche se destinato a rimanere costantemente fisso; difficilissima poi, e spesso impossibile, dovendo trasportare l'apparecchio da un luogo ad un altro. Quando poi si volessero eseguire delle valutazioni sistematiche e giornaliere, e che una esperienza dovesse seguire l'altra non interrottamente, occorrerebbero due Aspiratori di uguali dimensioni, e si avrebbe sempre una ma-

(1) *Roster G.* Di un nuovo metodo di preparazione e conservazione dei pezzi anatomici. (Lo Sperimentale. Novembre, 1867).

novra non piccola per riempire l'apparecchio ad ogni analisi, senza dire che il grande consumo di acqua sarebbe un altro inconveniente.

3. — *Aspiratori a mercurio.*

Gli Aspiratori a deflusso trovan però la loro utile e necessaria applicazione, quando si abbia bisogno di piccole quantità d'aria, e che il volume gassoso debba essere misurato con estrema precisione. Le condizioni che reclamano l'uso di piccoli volumi d'aria, si verificano, come meglio diremo in appresso, quando l'atmosfera sia grandemente infetta e carica di corpuscoli viventi. In questi casi l'Aspiratore deve esser capace di misurare il volume gassoso con estrema precisione fino al centimetro cubo, ed allora, piuttostochè ottener l'aspirazione col deflusso dell'acqua, val meglio ricorrere al mercurio. L'Aspiratore può essere costruito sul modello delle ordinarie pompe a mercurio, e gli si può dare la forma rappresentata dalla Figura 3 della Tav. X, e le dimensioni che appresso: *A* è un tubo di vetro lungo circa $0^{m},60$, e del diàmetro di $24^{mill.}$, diviso in centimetri, cubi e mezzi centimetri, calibrato esattamente e munito in alto e in basso di due chiavette a perfetta tenuta. All'estremità inferiore è adattato un robusto tubo di gomma a pareti inestensibili, che collega il tubo *A* col recipiente *B*, il quale per mezzo di un movimento a manovella può alzarsi e abbassarsi, e prender stabilmente tutte le posizioni intermedie. Per mettere in funzione l'apparecchio, dopo averlo ripieno di mercurio, si apre la chiavetta *C*, e si inalza il recipiente *B* fino a che il tubo *A* si riempia completamente. Ciò fatto si chiude la chiavetta *C* e si mette in comunicazione coll'apparecchio collettore, dove l'aria deve abbandonare il suo Pulviscolo. Si apre allora la chiavetta e si abbassa di tanto il recipiente *B*, quanto occorre per avere il numero di centimetri cubi che si desidera.

In tutti gli Aspiratori che funzionano per lo scolo di un liquido, se per una circostanza qualunque, debbano essere esposti là dove la temperatura si abbassa sotto lo zero, l'acqua va sostituita da un liquido che non geli, quale potrebbe essere, ad esempio, un miscuglio di acool e di glicerina.

4. — *Aspiratori meccanici.*

Dopo gli Aspiratori a deflusso vengono quelli detti meccanici, ossia quelli in cui l'aspirazione si fa per mezzo di ruote a palette, di eliche ó di altro meccanismo che giri rapidamente entro un tamburo, e che possono esser posti in moto sia dalla mano dell'uomo, sia da un movimento d'orologeria, o da qualunque altra forza. Moltissime sono le forme che si potrebbero adottare per questi apparecchi, ma tacendo delle altre, mi limiterò a descrivere uno di tali meccanismi che è stato usato per le analisi dell'aria.

Aspiratore Tissandier. — Il Tissandier nei suoi esperimenti su l'aria atmosferica, ha fatto uso di un Aspiratore meccanico, che si trova installato anche negli Osservatori di S.te Marie-du-Mont e di Montsouris.

L'apparecchio (1) si compone di un contatore a gas, posto in azione da un movimento a contrappeso, che si carica per mezzo di una manovella. La fune, che da un lato porta il contrappeso, dopo esser passata per due puleggie sostenute da una forca, si avvolge attorno ad un cilindro, che per mezzo di una ruota dentata mette in movimento la ruota a palette dell'interno del Contatore. L'aspirazione si fa da un tubo principale munito di chiavetta regolatrice, che si unisce all'apparecchio collettore del Pulviscolo, e da tre chiavette secondarie, a ciascuna delle quali si dovrebbero adattare altrettanti apparecchi collettori, nel caso che si volessero eseguire contemporaneamente diversi saggi. Due manometri danno la pressione dell'aria all'ingresso ed alla uscita dall'apparecchio. Sul davanti dell'Aspiratore si vedono quattro piccoli quadranti, che indicano il volume dell' aria aspirata in litri, in decalitri, in metri cubi e in diecine di metri cubi.

Gli Aspiratori meccanici sono a parer mio molto inferiori agli apparecchi già descritti, ed a quelli che descriveremo, sia perchè non danno esattamente il volume di aria aspirata, sia perchè le loro indicazioni variano a seconda della resistenza che l'aria deve vincere negli apparecchi collettori, e in special modo nei gorgogliatori; il qual difetto è comune a tutti i ventilatori a palette. Le prese d'aria dalle chiavette supplementarie, le quali, come si dice, dovrebbero permettere esperimenti simultanei e di confronto, non riescono di utilità alcuna, anzi possono esser cagione di errori non lievi, inquantochè, se il Contatore potrà dire quale fu la quantità d'aria totale passata, sarà muto affatto sulle quantità relative aspirate dalle diverse chiavette, perchè è affatto impossibile porsi in condizioni tali, che passi il medesimo volume di aria dai singoli punti di presa.

5. — *Pompe idropneumatiche.*

Molto più semplici, più perfetti e più comodi sono quei meccanismi, che si conoscono sotto i nomi diversi di pompe aspiranti a flusso continuo di acqua, pompe ad aria e ad acqua, o pompe idropneumatiche, come io più volentieri le chiamo.

Tutti gli apparecchi di questa classe si fondano sul principio che se un getto di acqua è immesso in un tubo, il quale abbia una comunicazione laterale coll'aria esterna, la caduta dell'acqua trascina seco una quantità d'aria, che è aspirata dal foro del tubo che comunica coll'esterno, e che si mantiene in corrente fissa e costante, finchè l'acqua continua a scolare colla medesima quantità e colla stessa velocità e pressione. Svariatissimi e molteplici sono gli apparecchi di questo genere. Dalla prima pompa immaginata

(1) V. la Figura 3 a p. 4. *Tissandier*, Loc. cit.

dal Bunsen, si va fino a quelle ingegnosissime e di gran potenza, del Körting, del Wurtz, del Muenke, ecc. In alcune di queste pompe è la pressione e la velocità di scolo dell'acqua, che assicura una corrispondente suzione dell'aria; in altre, è la lunghezza del tubo di efflusso, e per conseguenza il grado di aspirazione che vi esercita l'acqua che vi scorre, e che perciò determina una maggiore o minore aspirazione a seconda della lunghezza che si dà al tubo di scolo. Le prime agiscono più potentemente, ma con minor regolarità, perchè la costanza della corrente di aria è in ragione della costanza del flusso dell'acqua, della sua pressione e della sua velocità, e per agire hanno bisogno di grandi volumi d'acqua. Le seconde sono molto meno potenti, ma in compenso assicurano un'aspirazione assai più regolare.

Pompa Muencke. — Fra le pompe che funzionano sotto una corrente di acqua a forte pressione, rammenterò specialmente quella del Muencke di Berlino, rappresentata nella Fig. 4 della Tav. X, e che per esperienza mia propria, ritengo come una delle più potenti e delle meglio immaginate. La pompa del Muencke può servire tanto per aspirare, quanto per soffiare. Con una pressione d'acqua di 2 a 3 atmosfere, e con un consumo di 9 a 10 litri, si possono aspirare da 15 a 20 litri di aria al minuto primo, cioè da 900 a 1200 litri in un'ora, o da 21,000 a 25,000 in un giorno. L'apparecchio del Muencke è composto essenzialmente di due parti; l'una, *B*, superiore, che costituisce l'apparecchio attivo di suzione, con tutti gli accessori; l'altra, *A*, che è il recipiente per la raccolta e la compressione dell'aria. L'aspirazione si fa dal tubo *C*, e l'aria compressa sorte dal cannello *F*. Un manometro *V* per misurare la forza di aspirazione, ed un altro *M* che indica la pressione dell'acqua, completano la pompa. Per maggiori schiarimenti sulla costruzione dell'apparecchio, e sul modo di disporlo per ottenere il massimo effetto, si legga la descrizione che ne ha dato lo stesso Muencke (1), ed il Löwenherz (2) nella Relazione sulla Mostra industriale di Berlino del 1879. La pompa del Muencke, tutto compreso, è lunga solo 50 centimetri.

Pompa Alvergnat. — Moltissimi altri modelli di pompe, che funzionano sotto forti pressioni di acqua, si trovano menzionati e figurati in molti trattati, e nei cataloghi dei fabbricanti, ed io mi dispenso dal farne menzione, rammentando solo quella ultima proposta dall'Alvergnat, che riesce più comoda delle altre per le sue piccole dimensioni, e per potersi facilmente adattare a qualunque presa di acqua. L'unico inconveniente, comune alle sue consorelle, è di aver bisogno per funzionare di parecchi metri cubi d'acqua. La Fig. 5 della Tav. X, che riproduce le forme della pompa dell'Alvergnat, ci dispensa da qualunque descrizione.

---

(1) *Muencke R.* Dingl. polyt. Journ. Bd. 233, p. 303.

(2) *Löwenherz.* Bericht. über die wissenschaftlinchen Instrumente der Berliner Gewerbe Austellung im Jahre, 1879, p. 259.

Pompa dell'Autore. — Fra le pompe che funzionano con deboli pressioni d' acqua, e nelle quali l' aspirazione è determinata dalla colònna di liquido che scende nel tubo di efflusso, moltissime potrebbero servire con resultato, per determinare la corrente d' aria necessaria alla raccolta del Pulviscolo, perocchè l' aspirazione si fa in tutte molto più regolare che nelle pompe a forte pressione, e perchè si possono aspirare grandi volumi di aria con pochissima acqua.

Se per brevità taccio di tutti gli altri apparecchi di simil genere, che d' altronde oggigiorno si vedon comuni in ogni Laboratorio, credo però dover descrivere un nuovo modello di pompa idropneumatica, da me immaginato, perchè funziona con sorprendente regolarità, aspirando grandi volumi di aria, sensibilmente costanti in un dato spazio di tempo, con riduzione al minimo del consumo dell' acqua. Cinque di queste pompe sono già montate nel mio Laboratorio fino dalla metà del passato anno, e servono alle analisi sistematiche di alcuni elementi dell' atmosfera, funzionando non interrottamente di 24 in 24 ore (1).

L' apparecchio è disegnato nelle Figure 1, 2 e 3 della Tav. XI, che ne fanno vedere le singole parti e la disposizione generale.

A è un cilindro di vetro del diametro di $0^m,025$ e della lunghezza di $0^m,150$, chiuso sopra e sotto da due ghiere di metalo *b b'*, solidamente masticate. La ghiera *b* ha due tubi, l' uno diritto *e,* da cui entra l'acqua, l'altro ricurvo *d,* che aspira l' aria, e che deve esser messo in comunicazione coll' apparecchio collettore del Pulviscolo. Alla ghiera inferiore *b'*, è saldato un tubo diritto *f g* del calibro di $0^m,006$, che sporge nell' interno del cilindro per circa $0^m,07$, aperto tanto superiormente che inferiormente. Questo tubo nella porzione che sta dentro il cilindro, ha due fori *c* e *c'* del diametro di $0^m,002$, e dei quali diremo in appresso l' uso. Tale è la porzione superiore della pompa, che costituisce la parte attiva incaricata della suzione.

La parte inferiore dell' apparecchio è destinata a ricevere l' aria e l'acqua che arrivano dal cilindro *A,* e resulta da una boccia di vetro *B,* munita superiormente di una ghiera di metallo, a cui sono saldati due tubi; l'uno *m n* che dà passaggio all' acqua mista all' aria; l' altro *i* che dà esito alla sola aria, e che mediante un tubo di gomma la conduce al Contatore *C.* La boccia *B* ha poi nel fondo e lateralmente una tubulatura, dove si adatta un tubo di vetro *h,* ricurvo a sifone inverso, e dal quale esce l' acqua.

---

(1) Allo scopo di intraprendere una serie di studi non interrotti sui mutamenti fisici e chimici dell'atmosfera da servire alla Igiene, ho disposto nel mio Laboratorio di Chimica Biologica e di Igiene, una sezione apposita. Mentre è stato costruito un piccolo Osservatorio metereologico, provvisto dei principali istrumenti per studiare i mutamenti nello stato fisico dell'atmosfera, in altro locale sono stati disposti tutti quegli apparecchi e quegli artifizi, fra i quali lè cinque pompe idropneumatiche, per attingere ed analizzare l'aria da diversi luoghi e a differenti altitudini. Chi volesse prender cognizione dell' importanza di questo nuovo servizio, consulti le due seguenti Memorie.

Roster G. Lo studio dell' aria applicato alla Igiene ed alla Agricoltura. (Atti R. Acc. Georgofili. Seduta 10 Maggio, 1885.

—— Le indagini su l' atmosfera a scopo igienico, e i modi di eseguirle. (Congresso dell'Assoc. meteor. ital. Firenze, Sett. 1885).

Un tubo di vetro *p q*, del diametro interno di $0^m,006$, e che alla sua parte superiore è piegato in modo da fare una voluta completa, *r*, serve ad unire le due porzioni della pompa, quando si adatti per mezzo di pezzetti di tubo di gomma, all' estremità *f* del tubo *f g*, ed a quella *m* del tubo *m n*.

L' apparecchio così montato misura $2^m,60$ dal punto *g* al punto *n*, ed è appunto quest' altezza percorsa dalla colonna di acqua, che preme sull' aria del recipiente *B*.

Se si apre la cannella *D*, e si fa colare l' acqua nel cilindro *A*, questa si inalza fino a che non trova la prima apertura *c'*, dalla quale penetra nel tubo *g f*, e successivamente in *p q*, dove, scolando con una rapidità maggiore di quella che aveva arrivando nel cilindro *A*, si divide in gocciolette o in cilindri che fanno l' ufficio di stantuffo, separati ognuno da una grossa bolla d'aria, trascinata dalla loro caduta, e che è aspirata dall' apertura *g*, la quale per mezzo del tubo *d*, si trova in comunicazione coll' esterno.

L'acqua e l'aria in tal modo mescolate, scendono nella boccia *B*, e mentre l'acqua sgorga sotto pressione dal tubo *h*, l' aria sotto la medesima pressione, sorte dal tubo *i*, e passa a traverso il Contatore *C*, dove vien misurata esattamente.

Aprendo, ancor più di quello che abbiamo fatto, la cannella *D*, e facendo affluire nel cilindro *A* maggior quantità di acqua, il livello di questa si inalzerà al di sopra della seconda apertura *c*, e l' acqua passerà anche da questa, e col flusso maggiore, si farà anche maggiore l' aspirazione in *g*.

Come apparisce, regolando l' afflusso dell' acqua, e facendone salire il il livello al di sopra dell' apertura *c'*, o di quella *c*, si può avere forza di suzione diversa, e per conseguenza volumi di aria aspirata diversi, e consumo di acqua pur variabile. Questo ultimo, mediante prove, può esser ridotto al minimum, in modo da raggiungere appena 1/10 del volume dell' aria aspirata, come succede quando il livello del liquido nel tubo *A* sfiora appena il foro *c'*, e che l' acqua vi passa a goccie. In questo caso, cioè col minimo effetto che si possa avere dalla pompa, l' aria aspirata è sempre in volume ragguardevole, inquantochè può raggiungere circa 400 litri nelle 24 ore, come nel caso contrario, quando cioè il livello dell' acqua sorpassa il foro *c*, ed è solo 1/2 centimetro al di sotto dell' apertura *g*, si può ottenere un volume di aria di 1000 litri nelle 24 ore. Se poi si raddoppi, come si vede nella Fig. 1 (Tav. XI), o si triplichi o quintupli il tubo *g*, e si aggiunga ugual numero di tubi per l'efflusso dell'acqua e per la boccia *B*, allora si potrà aver raddoppiata, triplicata e quintuplicata la quantità d' aria, ed i 3000 o 5000 litri che si otterranno nelle 24 ore, saranno più che esuberanti per qualunque investigazione si voglia intraprendere.

Questo genere di pompe funzionano, come ho detto, colla massima regolarità e precisione, senza bisogno di sorveglianza alcuna, di giorno e di notte, e per tempo indefinito, purchè il flusso dell' acqua si mantenga nella medesima quantità e sotto la medesima pressione. Per raggiungere quest'ultimo scopo, ho creduto bene di adottare un piccolo serbatoio, *A*, per l'acqua (Fig. 6, Tav. X) della capacità di 20 litri, destinato ad alimentare le pompe,

e combinato in modo che il livello del liquido vi si mantenga costante per mezzo di una chiavetta automatica *B*, comandata da un galleggiante *C*.

Tutte le volte che il livello del liquido si abbassa anche di pochi millimetri, si abbassa pure la sfera *C*, la quale, per mezzo di una combinazione di leve molto sensibili, apre la chiavetta *B*. Questa allora, versando nel recipiente nuova acqua, viene a ricondurre il primitivo livello del liquido, e a determinare per conseguenza un' inalzamento corrispondente della sfera *C*; la quale a sua volta per mezzo delle leve agisce sulla chiavetta *B*, e la chiude, non appena che il liquido è salito al medesimo punto a cui era prima. Fra queste alternative di inalzamenti e di abbassamenti, si arriva al punto in cui si raggiunge l'equilibrio, cioè al punto in cui la chiavetta *B*, si mantiene aperta a tal grado da lasciare scolare tant' acqua, quanta ne sorte dall' apertura inferiore della cisterna.

Al fondo del recipiente a livello costante si apre una cannella *D*, che manda l' acqua in un tubo orizzontale, munito di 5 chiavette disposte ad un' uguale distanza di $0^{m},50$, e che son destinate a fornir l' acqua a 5 pompe aspiranti.

Se nell' aprire la chiavetta che alimenta ciascuna pompa, si ha cura di far salire l' acqua nel cilindro *A* (Fig. 1 e 2, Tav. XI) sempre al medesimo livello, le quantità di aria aspirate dall' apparecchio saranno sensibilmente costanti, come ho potuto convincermene per la pratica di più mesi (1).

Non bisogna però credere, che quantunque con questo mezzo sia possibile regolare la corrente d' aria in modo quasi fisso e costante, si possa fare a meno dei Contatori. Ogni pompa deve essere anzi necessariamente munita del suo Contatore a gas, che solo può far sicuri dell' esatta quantità dell' aria analizzata.

La pompa idropneumatica da me immaginata, e le altre molte fondate sul medesimo principio, se sono i migliori e più precisi meccanismi per determinare una corrente d' aria, quando si tratti di adoperarle in Laboratorio, non sono suscettibili di funzionare che là dove si trova una sorgente d' acqua, e non sempre, anche in questi casi, è possibile montarle in qualunque luogo.

6. — *Pompe a getto forzato di vapore.*

Se dentro un tubo che abbia una apertura comunicante con l'aria esterna, si immetta un getto di vapore forzato, che esca da un piccol foro sotto la pressione di due a tre atmosfere, il getto di vapore trascinerà colla sua violenza la colonna d' aria contenuta nel tubo, la quale sarà regolarmente sostituita da nuova quantità di aria esterna, per mezzo della comunicazione che il tubo ha coll' atmosfera.

---

(1) Osservando i resultati avuti da una medesima pompa, che funzionava non interrottamente di giorno e di notte, ho veduto che la differenza nella quantità di aria aspirata da un giorno all' altro, non oltrepassava i due o tre litri sopra una quantità di circa 1000 litri pompati nelle 24 ore.

Molti dei più potenti meccanismi che si usano oggigiorno per ventilare gli spazi chiusi (spedali, officine, stive di bastimenti ecc.) si fondano su questo principio, ed il Körting (1) ha con molto ingegno applicata la forza aspirante di un getto di vapore, non solamente ai ventilatori, ma a qualunque altro congegno di aspirazione, alcuni dei quali possono fare il vuoto come la migliore pompa a stantuffo.

Il Bourdon fino dal 1845 aveva pensato di comprimer l'aria trascinandola con un getto di vapore, e di ottenere così una corrente costante e forzata; ed il Wiesnegg (2), fabbricante di apparecchi a gas, nel 1879 descriveva un ingegnoso apparecchio, che chiamava *soffione a vapore*, da servire nel medesimo tempo alla compressione dell'aria ed a fare il vuoto, e per conseguenza ottenere a piacere o un getto di aria forzata, o un'aspirazione. Lo stesso Wiesnegg nell'anno decorso ha costruito pel Freudenreich di Berna, una piccola pompa a getto forzato di vapore, per servire alle esperienze su l'aria delle Alpi italiane. Questa pompa sotto la pressione di due atmosfere, è capace di aspirare fino a 3000 litri di aria all'ora, quando non sia interposto ostacolo alcuno all'aspirazione. Se l'aria però deve attraversare un tampone filtrante, allora il volume accennato vien sensibilmente ridotto. Il Körting pone in commercio un apparecchio del medesimo genere, ma di gran potenza, capace di comprimere o di rarefare l'aria e che, a seconda della grandezza, può dare da 40 a 1200 metri cubi ogni ora. Quest'apparecchio, che è destinato più che altro alle industrie, quando le proporzioni ne sieno ridotte, può essere utilizzato per gli usi di Laboratorio (3).

Sebbene le pompe a getto di vapore forzato possano in taluni casi venir adoperate per le analisi dell'aria, pur tuttavia non saranno mai i meccanismi preferibili, anche se le indagini debbano sempre eseguirsi in un luogo fisso e determinato. La sorveglianza continua che esigono, la necessità di una caldaja a vapore che resista a forti pressioni, la ineguaglianza del loro funzionamento dovuta alle oscillazioni della pressione nel generatore, le rendono di un uso complicato e difficile. Nonostante questi inconvenienti, ho creduto doverle qui menzionare, come uno dei mezzi ai quali si può ricorrere in casi speciali, tanto più che con queste pompe, proporzione fatta colla grandezza dell'apparecchio, si possono aspirare volumi di aria molto più considerevole che cogli altri mezzi (4).

7. — *Pompe a stantuffo con motore.*

Finalmente fra i meccanismi di aspirazione che posson servire al nostro scopo, vengono le pompe a stantuffo che agisce in un corpo di tromba. La

(1) *Körting*. Illustrirter Catalog von Strahl-Apparaten. Hannover, 1881.
(2) *Wiesnegg*. Notice sur les appareils de chauffage. Paris, 1879. p. 36.
(3) *Körting*. Loc. cit. p. 32. Dampfstrahl-Apparate zur Luftverdünnung und Luft-Compression.
(4) Il grande modello della pompa Körting giunge ad aspirare più di 1 milione di litri in una sola ora.

potenza di questa pompa è in ragione del volume del corpo di tromba, e della rapidità con cui si succedono i colpi di stantuffo, ma funzionano sempre in un modo potente e regolare, quando la forza che la fa muovere agisca uniformemente. Esse possono agire a mano, oppure coll' intermezzo di altra forza. Nel primo caso il loro funzionamento non può essere che di corta durata, e non è possibile che la loro azione sia continua per le intiere 24 ore. Nel secondo caso molte possono essere le forze applicate a muovere la pompa (vapore, gas infiammabile, caduta d'acqua, elettricità), ma la maggior parte di questi agenti non sono suscettibili di essere applicati che nel Laboratorio.

Pompa dell'Autore a motore elettrico. — Bene spesso si presenta la necessità di eseguire delle analisi e delle prove di confronto su l'aria di ambienti confinati (teatri, caserme, spedali), in campagna, sopra edifici elevati, sui monti o sul mare. Spesso, anzi quasi sempre, è impossibile servirsi in questi casi di quegli artifizi di aspirazione fin quì rammentati, mancando quasi sempre l'acqua che possa fare agire le pompe idropneumatiche, e riuscendo malagevole portansi dietro gli Aspiratori a deflusso di acqua, occorrendo per l'esigenze dell'analisi recipienti di una capacità di 300 a 600 litri.

Il Reiset, è vero, eseguì le sue valutazioni su l'acido carbonico atmosferico, valendosi di due Aspiratori della capacità ognuno di 600 litri, montati sopra un carro e trascinati da un cavallo; ma il Reiset esperimentava sull'aria della città e nei luoghi facili dell'aperta campagna, nè avrebbe potuto trasportare i suoi apparecchi pei sentieri impraticabili dei monti.

Il Müntz e l'Aubin (1) nella loro valutazione dell'Acido carbonico atmosferico, eseguite sul Pic du Midi a 2877^{m}, dicono di avere adoperata una pompa tarata diligentemente, che però non descrivono, e che era mossa a mano. D' altra parte le esperienze di questi autori duravano dalle 2 alle 4 ore, e solo una volta si protrassero per 6 ore.

Coll' intendimento appunto di rimediare alla deficenza di meccanismi adatti a raccogliere l' aria, ed eseguire sul posto la valutazione dell' acido carbonico, del Pulviscolo o di altro elemento dell' atmosfera, in luoghi mancanti delle condizioni necessarie all' impianto della esperienza, o di difficile accesso, ho immaginato un apparecchio completo che può funzionare *senza sorveglianza e non interrottamente per 24 ore,* aspirando in questo tempo fino a 5000 litri di aria. L' apparecchio si compone di una pompa, di un motore elettrico, di una coppia o due di pile, di un commutatore, di un contatore a gas, di un orologio a sveglia, e dell'apparecchio collettore dell'acido carbonico o del Pulviscolo. Il tutto di piccole dimensioni, che può essere raccolto in una cassetta o due, trasportabile da un sol uomo colla massima facilità nei luoghi più erti e difficili, raggiungendo appena il peso di 16 chilogrammi (2).

---

(1) *Müntz* et *Aubin*. Sur les proportions d' acide carbonique dans les hautes régions de l'atmosphère. (Compt. Rend. Ac. Sc. t. 92. 1881. p. 247, e t. 93. 1881. p. 797).

(2) *Roster G.* Analisi dell' aria. Nuovo apparecchio di aspirazione. (La Natura, n. 57. 1885).

La pompa A (Fig. 2 e 4) è costituita da un corpo di tromba metallico, lungo $0^m,10$ e del diametro interno di $0^m,04$, e da uno stantuffo P, pure metallico, solcato circolarmente da molte scanalature interposte ad altrettanti

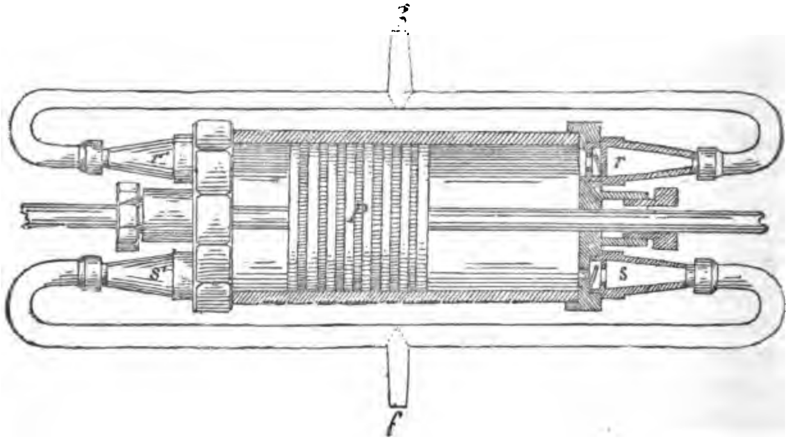


Fig. 2. — Pompa a doppio effetto, del nuovo apparecchio di aspirazione del Roster.

rilievi, che si avvicinano alle pareti interne del corpo di tromba, senza però toccarlo, essendone separati da uno spazio di 1/10 di millimetro. Questa disposizione era utilissima nel caso nostro perchè sopprimeva le materie grasse ed i cuoj dello stantuffo, e per conseguenza i forti attriti, non che l'obbligo di frequenti riparazioni, e al tempo stesso, in virtù del velo d'aria che rimane fra lo stantuffo e il corpo di tromba e che resta sensibilmente immobile, non provando che delle dilatazioni e delle compressioni successive, assicurava una tenuta altrettanto perfetta, quanto quella dei migliori stantuffi a cuojo. Sappiamo infatti che i gas circolano difficilmente a traverso i condotti capillari, e che questa difficoltà si esagera molto più, quando il condotto presenta degli strozzamenti e delle dilatazioni successive. Da ciò resulta che lo stantuffo di una macchina, che fosse provvista di un simil tubo messo in comunicazione coll'atmosfera, sarebbe capace di eseguire il vuoto; perocchè l'entrata e l'uscita dell'aria, durante i movimenti di inalzamento e di abbassamento dello stantuffo, riuscirebbero insignificanti. Fu il Deleuil (1), che primo ebbe l'idea di costruire macchine pneumatiche con tal generi di stantuffi.

La mia pompa è costruita appunto su questo principio, con stantuffo a doppio effetto, cioè mentre aspira da un lato, preme dall'altro e viceversa; in modo da assicurare negli apparecchi collettori una corrente d'aria continua.

L'aria entro la pompa circola da quattro aperture, provviste ognuna di valvole libere e leggerissime di mica o di foglio, due delle quali rr' aspiranti, e due ss' prementi (Fig. 2).

---

(1) *Deleuil*. Compt. Rend. Ac. Sc. t. LX. p. 571.

La quantità di aria aspirata varia da 1000 ai 5000 litri nelle 24 ore, a seconda della corsa dello stantuffo, che può esser regolata a piacere da un eccentrico mobile, *x*, che si fissa ad un raggio del volano *i* (Fig. 4). La quantità di aria aspirata è data dal numero dei colpi di stantuffo, e per conseguenza dai giri del motore, i quali vengono contati mediante un piccolo Contatore a rotazione *E*, del sistema Breguet (Fig. 4).

Il motore elettrico che ho preferito è quello del Deprez (*B*, Fig. 4), il cui piccolo modello, che misura in pianta $0^m,28 \times 0^m,11$, è più che sufficiente all'uopo, se alimentato da una forte corrente.

La questione del generatore di elettricità è stata più difficile a risolversi, perchè nel caso nostro occorreva una pila che possedesse forza motrice sufficiente e regolarità di funzione, e nel medesimo tempo offrisse poco volume da esser facilmente trasportata. Son riuscito nell'intento adoprando due generi di pile, quella del Mariè-Davy, e quella del Daniell, e modificando alquanto la disposizione che comunemente si dà a questi elementi. Per la pila Marié-Davy ho adottato la forma tipica delle pile, cioè il vaso poroso, entro cui pongo il carbone circondato dalla pasta di solfato di mercurio. Alla pila Daniell ho fatto la modificazione di sostituire alla soluzione di solfato di rame, una pasta di solfato di rame, ed all'elettrodo di rame, un elettrodo di carbone. Un solo elemento Daniell così disposto, mi sviluppa tanta forza motrice, quanto tre degli ordinari elementi, cioè colla soluzione di solfato e l'elettrodo di rame. Fra le due pile rammentate, quella Marié-Davy ha una forza un poco maggiore, ma ha l'inconveniente di esser poco economica, incomoda a prepararsi e pericolosa a maneggiarsi, per contenere un sale estremamente venefico, come il solfato di mercurio. Preferisco perciò usare la pila Daniell, modificata nel modo anzidetto, tanto più che con un solo elemento di questa, delle dimensioni di $0^m,20 \times 0^m,10$ la pompa funziona regolarmente per 10 o 12 ore, e riesco ad aspirare volumi di aria che variano da 1000 a 1200 litri nelle 24 ore, quando la corsa dello stantuffo sia piccola, per esempio di $0^m,02$, cioè la resistenza dell'eccentrico ridotta il più che sia possibile. Per volumi maggiori (da 2000 a 5000 litri) occorrono due elementi, onde ottenere una corsa corrispondente dello stantuffo (1).

Sebbene con un solo elemento Marié-Davy o Daniell, possa avere tanta elettricità, da far agire il motore nelle condizioni di minima resistenza per 14 o 15 ore, pure la corrente dopo 10 o 11 ore si indebolisce tanto, da far rallentare in modo visibile il moto della pompa. Quando l'apparecchio può esser sorvegliato, nulla di più facile che sostituire l'elemento stanco con uno nuovo; ma siccome può darsi il caso che l'apparecchio, per esser collocato in luogo malagevole o per dover funzionare anche di notte, non possa esser sorvegliato, così immaginai un artifizio che vi rimedia, e che consiste in un Commutatore posto automaticamente in azione dalla soneria di un orologio

(1) Posteriormente ho creduto dover sostituire alla pila del Daniell da me modificata, la nuova pila composta dal Vohwinkel, perchè molto superiore per forza e costanza.

a sveglia, capace di cambiar la corrente all'ora voluta, sospendendo quella indebolita, e immettendo nel motore la corrente di una nuova pila.

Il Commutatore rappresentato in pianta dalla Fig. 4 alla lettera *C*, e in prospetto dalla Fig. 3, consiste in un giogo sospeso di ebanite, *o*, che porta quattro tubetti di vetro *mm'*, *nn'*, due per ciascuna estremità, pieni per un

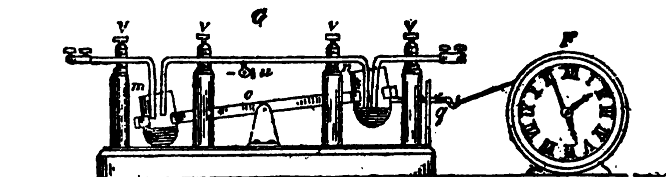


Fig. 3. — Commutatore pel cambio delle pile del nuovo apparecchio di aspirazione del Roster.

terzo di mercurio. Entro i tubetti *nn'*, vengono a terminare i reofori della 1ª pila; nei tubetti *mm'* i reofori della 2ª pila (Fig. 4). L'equilibrio del giogo *o* è rotto in modo, da farlo pesare più dalla parte dei tubetti dove fan capo i fili della 1ª pila, ma questa parte è mantenuta sollevata mediante una leva *q* (Fig. 3), comandata dall'orologio a sveglia *F*. Stando l'apparecchio come è disegnato nella Fig. 3, si vede che i reofori della 1ª pila sono immersi nel mercurio; la corrente passa nei fili *t u* (Fig. 4) e và al motore, finchè arrivando l'ora segnata pel mutamento della pila, scatta la soneria, che trascina la molla che teneva sollevato il giogo. Questo, obbedendo al suo disequilibrio, si abbassa dal lato della 1ª pila, facendo emergere i reofori dal mercurio, mentre, sollevandosi dall'altro lato, immerge nel mercurio i reofori della 2ª pila, e stabilisce il nuovo circuito.

Il Commutatore è fatto in modo che mantenendo il giogo in posizione orizzontale, lascia passare la corrente cumulata delle due pile, la quale può servire al bisogno ad un più rapido movimento del motore, o ad una più lunga corsa dello stantuffo, e perciò nell'un caso e nell'altro ad aspirare una maggior quantità d'aria.

La Fig. 4 mostra la disposizione generale delle diverse parti dell'apparecchio, quando è in funzione. Al tubo *g* della pompa, che corrisponde al lato dell'aspirazione, si unisce prima un Contatore a gas, e poi l'apparecchio collettore del Pulviscolo, o qualunque altro apparecchio destinato a fissare l'elemento dell'atmosfera che è soggetto di analisi.

Ho detto che la quantità d'aria aspirata dalla pompa era calcolata dai giri del motore, registrati da un Contatore a rotazione del Breguet. Aggiungo qui che il calcolo è fatto basandosi sopra ripetuti esperimenti, per stabilire

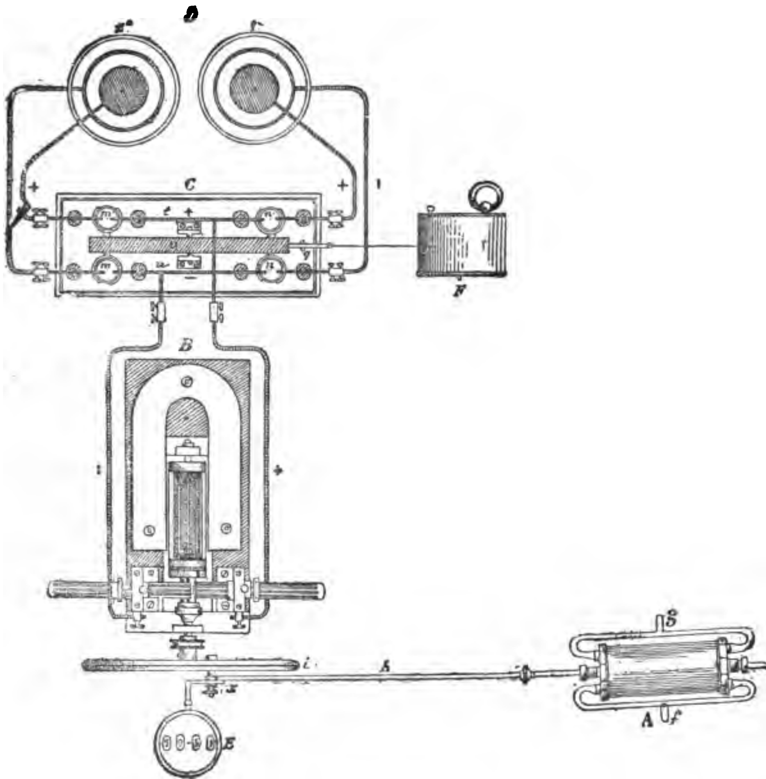


FIG. 4. — **Disposizione generale delle diverse parti costituenti il nuovo apparecchio di aspirazione del Roster.**

un rapporto fra il numero dei giri e la quantità di aria aspirata, servendosi per la verifica di un Contatore a gas di estrema precisione. Questo rapporto, per esperienze ripetute, è calcolato anche in ragione della velocità di rotazione, che va diminuendo a misura che ci allontaniamo dal principio dell'esperimento, ed è rappresentato da un coefficiente diverso per ciascuna ora di lavoro. Tale correzione riusciva indipensabile col modello di pompa da noi adottato, inquantochè ad un dato numero di colpi di stantuffo che si succedono rapidamente, non corrisponde il medesimo volume di aria aspirata, di quando lo stantuffo eseguisce il medesimo numero di colpi, ma ad intervalli più lunghi. Ad onta che questo mezzo possa dar resultati abbastanza precisi, pur tuttavia, se il trasposto di un *Contatore a gas,* che non ha poi nè gran peso nè gran volume, può esser fatto senza eccessivo ingombro e difficoltà, io lo preferisco sempre ad un *Contatore di giri,* come

quello che può segnare con estrema precisione il volume di aria aspirata fino a 10.c. c. (1).

Gli esperimenti che da più di un anno eseguisco col mio apparecchio sono riusciti sempre perfettamente, ed io mi lusingo che esso potrà rendere non dubbi benefizi, quando si voglia intraprendere delle analisi su migliaia di litri di aria, e in condizioni topografiche eccezionali; quando cioè non sia possibile, per la disposizione del luogo e per mancanza specialmente di acqua, approfittarsi di quegli artifizi e di quegli apparecchi già conosciuti, e che possono solamente funzionare nei nostri Laboratori.

CAPITOLO II.

Apparecchi collettori del Pulviscolo.

La corrente di aria determinata da alcuno dei mezzi sopra rammentati, deve passare a traverso apparecchi destinati a radunare il Pulviscolo, o incontrare materie e artifizi capaci di trattenerlo e fissarlo, per esser quindi esaminato. Agli apparecchi ed ai meccanismi che hanno quest'ufficio si dà il nome di *Aeroscopi.*

§ 1.° — *Aeroscopi a corrente di aria artificiale.*

Aeroscopio Pouchet. — Il primo Aeroscopio che presentasse una disposizione ragionevolmente studiata, fu quello del Pouchet, da lui adoperato per i noti esperimenti sui corpuscoli dell'aria. L'apparecchio si compone di un cilindro di vetro *A*, (Fig. 4, Tav. XI), chiuso superiormente e inferiormente da due dischi, attraversati ciascuno da due tubi di vetro, uno per l'ingresso, l'altro per l'egresso dell'aria.

Il tubo superiore arriva fin quasi alla metà del cilindro *A*, e la sua apertura inferiore corrisponde ed è vicinissima ad una lastra di vetro *i*, mantenuta orizzontale, e spalmata della sostanza vischiosa che deve trattenere il

(1) Infatti in quest'anno per le mie esperienze su l'aria marina, mi son servito sempre di un Contatore a gas, che ho definitivamente sostituito al Contatore di giri del Breguet. Il nuovo Contatore a gas, che ho fatto costruire alla Officina di Monaco dietro i miei disegni, è un istrumento di estrema precisione, potendo misurare con esso da 13c.c. fino a 10,000l. di aria. Esso ha una capacità di tamburo di 1l.,335, e porta una mostra grande che misura le frazioni di litro, e quattro piccoli quadranti che segnano respettivamente le unità, le diecine, le centinaia e le migliaia di litri. L'istrumento misura nelle tre dimensioni $0^m,22 \times 0^m,15 \times 0^m,25$, e perciò sta benissimo nella stessa cassetta dove ho rinchiuso il motore, la pompa, il commutatore, e l'orologio a sveglia, facendoli funzionare al riparo da qualunque intemperie.

Pulviscolo. Al di sotto della lastra *i* si trova l'apertura superiore del tubo *c*, il quale mediante l'altra estremità è posto in comunicazione con un Aspiratore.

Aeroscopio Schönauer. — Lo Schönauer negli esperimenti da lui intrapresi nel 1867 all'Osservatorio di Montsouris, ha adottato un Aeroscopio molto semplice. Esso consiste in una campana di vetro, *M* (Fig. 5, Tav. XI), smerigliata nel suo orlo inferiore, e che si colloca sopra una lastra di vetro spalmata di grasso, in modo da ottenere una chiusura perfetta. La campana ha superiormente un collo dove, per mezzo di un tappo a due fori, passano il tubo *h*, e il tubo *c*. Il primo, affilato in punta alla sua estremità inferiore, arriva fin presso una lastra di vetro *k*, sostenuta orizzontalmente, e dove si mette una goccia di glicerina. Il tubo *c*, posto in comunicazione colla pompa, o con qualunque altro apparecchio aspirante, determina un vuoto nell'interno della campana, e l'aria esterna, penetrando pel tubo *h*, va a colpire la goccia di glicerina, che sotto l'impulso della corrente, si umbilica al suo centro, e forma una specie di cratere vischioso, dove l'aria abbandona le sue particelle sospese. L'apparecchio dello Schönauer è stato posto in azione a Ginevra dall'Yung, con buoni resultati, ed io pure l'ho sperimentato, e l'ho trovato semplice e di facilissima manovra. L'unico difetto che gli si possa rimproverare, è che l'aria, avanti di arrivare alla goccia di glicerina, dovendo attraversare tutta la lunghezza del tubo *h*, vi depone parte dei suoi corpuscoli, come lo prova il colore grigiastro che assume il tubo dopo un uso prolungato.

Aeroscopio Miquel. — Più perfetto, sebbene più complicato, è l'Aeroscopio del Miquel (1), che dal 1878 funziona all'Osservatorio di Montsouris (Fig. 1, Tav. XII).

L'apparecchio si compone di due parti; della parte *A* fissata solidamente a 2^m dal suolo, e della parte *B* che si invita alla parte *A*. La prima è una campana di rame nichelato o argentato, che misura in altezza $0^m,090$, e nel suo diametro $0^m,052$, provvista superiormente di una tubulatura gomitata che per mezzo di un tubo di caoutchouc o di piombo, vien collegata all'apparecchio di aspirazione. La campana al suo orlo inferiore è provvista di un passo di vite, che serve all'adattamento del cono metallico *B*, forato da una sottilissima apertura di 1/2 mill. di diametro. Al cono sovrasta un cavalletto o sostegno, al quale, per mezzo di viti micrometriche e di molle, è fissata orizzontalmente una lastrina di vetro spalmata di un liquido vischioso. Questa lastrina per mezzo delle viti può essere avvicinata o allontanata a piacere dall'apertura del cono. La campana *A* porta in corrispondenza dell'orlo un'asta rigida orizzontale *c*, destinata a fissare tutto l'apparecchio ad un palo. Per impedire che gli insetti, e specialmente i ragni, penetrino nell'interno del cono, si spalma il braccio gomitato e l'asta che sostiene l'Aeroscopio, con catrame fenicato. L'istrumento così disposto è in caso di funzionare rego-

(1) Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1879, p. 452.

larmente con tutti i tempi, tanto colla pioggia, la neve e le burrasche, quanto coi tempi sereni.

Aeroscopio Maddox. — Il Maddox (1) al quale, come vedremo, si deve la prima idea degli Aeroscopi funzionanti sotto l'azione del vento, ha immaginato ultimamente un piccolo Aeroscopio portatile, che può agire mediante pochi litri di acqua, contenuti in due vessiche di gomma. L'Aeroscopio del Maddox è rappresentato nella Fig. 6 della Tav. XI, e si compone di due tubi metallici *A* e *B*, invitati insieme. Il tubo *A* è provvisto alla sua estremità libera di un cono *C*, forato e destinato a proiettare le polveri dell'aria sopra una lastra di vetro spalmata di un liquido vischioso. Il tubo *A* è in comunicazione diretta con la camera cilindrica di *B*, nel cui interno l'aspirazione si produce nel modo seguente. L'acqua, giungendo goccia a goccia dal tubo *E*, passa nel tubo *D*, inclinato di 45° su l'asse dell'apparecchio ed aperto in alto e lateralmente, attraversa una voluta a spirale, che non è rappresentata nel disegno, ed esce scolando per mezzo di un tubo di caoutchouc collocato verticalmente. La corrente di acqua determina così una corrente d'aria nel senso delle freccie. Mediante una savia disposizione dei tubi, e una combinazione nel diametro delle aperture, il Maddox è giunto ad aspirare 66 litri di aria, mediante 1 litro di acqua.

§ 2.° — *Aeroscopi registratori.*

Generalmente gli Aeroscopi fino ad ora descritti, rimangono in funzione per 24 ed anche 48 ore, e per conseguenza la lastra di vetro che ha raccolto il Pulviscolo dall'atmosfera, non fornisce che resultati complessi sui corpuscoli organizzati di tutto il periodo in cui durò la raccolta. Se da un lato l'intervallo di 48 ore, ed anche di 24, posto fra il principio e il termine dell'esperimento, è troppo lungo per permettere di seguire tutte le oscillazioni nel numero dei Microbi atmosferici; dall'altro lato, se l'esame delle polveri raccolte, e le operazioni successive per la numerazione delle Muffe e dei Bacteri, dovessero praticarsi sistematicamente, a brevi intervalli e nel modo usuale, ne seguirebbe tale accumulo di lavoro, da stancare l'operosità e le forze anche di molti osservatori. Tuttavia il poter conoscere le oscillazioni nella quantità dei Microrganismi atmosferici, non solo ogni 12 ore, ma a tutte le ore, a tutti i momenti, offrirebbe preziose notizie per la statistica e per le abitudini di questi esseri microscopici.

Partendosi da quest'ultimo concetto, e volendo evitare le numerose manipolazioni, e le insuperabili difficoltà che porterebbe il dovere ad ogni momento raccogliere, esaminare e numerare i Microbi dell'aria, in periodi di tempo così ravvicinati, senza il soccorso di apparecchi che agissero automa-

(1) *Maddox*. On a form portable of aeroscope and aspirator. (Journ. of the Royal microscopical Society. 2ª serie. Vol. I, pag. 338.

ticamente, il Miquel ha avuto la felice idea di immaginare due Aeroscopi registratori, l'uno per le Spore crittogamiche, l'altro per i Bacteri.

Aeroscopio registratore delle muffe. — L'Aeroscopio registratore (1) che in modo automatico, raccoglie separatamente per ogni ora del giorno le Muffe, resulta da una campana di metallo (Fig. 2, Tav. XII), perfettamente identica a quella dell'ordinario Aeroscopio del Miquel già descritto, la quale è attraversata da un cilindro orizzontale di $0^m, 18$ di lunghezza. Uno degli estremi di questo cilindro è chiuso da un tappo a vite *B*; l'altro da un disco forato dal quale passa l'albero *V V*, provvisto nella maggior parte della sua lunghezza di un verme di vite micrometrica. Questa vite riposa da un lato sopra un diaframma *D*, che attraversa presentando una testa quadra, e che può incastrarsi in una chiave; dall'altro lato appoggia sul disco già menzionato, oltrepassandolo sotto forma di un fusto liscio, terminato esternamente da una ruota, posta in movimento da un cronometro *H*. Il passo della vite è tale, che il carretto *i* posto da essa in movimento, è presso a poco di $0^m, 06$ nelle 24 ore. Il carretto è fatto da una lastra di bronzo, che si muove dolcemente in due scanalature disposte parallelamente nell'interno del cilindro. Nella parte inferiore del carretto si adatta una lastra di vetro porta-oggetti, che si può collocare o togliere facilmente quando, levato il tappo *B*, il carretto è fatto uscire a traverso una fenditura rettangolare, praticata nel diaframma *D*. In questo Aeroscopio, come negli altri, l'aria è aspirata dal tubo *T*.

La lastra di vetro, sulla quale deve radunarsi il Pulviscolo atmosferico, è graduata in modo che le sue divisioni corrispondono esattamente alle diverse ore della giornata. Per eseguire tale partizione, si comincia dal misurare con estrema precisione la lunghezza percorsa dal carretto durante 24 ore, e si fraziona questa distanza sulla lastra porta-oggetti in 24 spazi uguali, mediante una macchina da dividere, segnando con tratti più lunghi le ore multiple di 3, allo scopo di rendere più facile lo spoglio dei resultati. La Figura 3 della Tav. XII riproduce, a metà di grandezza, la lastra di vetro in tal modo divisa. La manovra per adoperare l'apparecchio, e registrare i resultati, sarà descritta più innanzi (2).

Aeroscopio registratore dei Bacteri. — L'Aeroscopio registratore dei Bacteri (3) si allontana un poco per la forma e per la interna disposizione dal precedente, e fu immaginato dal Miquel per valutare in ciascuna ora del giorno le oscillazioni dei Bacteri atmosferici. Esso è rappresentato dalla Figura 4 della Tav. XII, che serve benissimo a far intendere la sua costruzione, e il suo modo di funzionare. Una campana di vetro tubulata superiormente, riposa sul fondo di un solco circolare ripieno di mercurio, e scavato in un piano di legno. La campana ha lateralmente una sottile fenditura, *m n*, ver-

(1) Ann. d. l'Obs. de Montsouris, 1884, p. 483.
(2) Vedi Parte IV, Libro II, Cap. IV. Art. 3.
(3) Ann. d. l'Obs. de Montsouris, 1885, p. 592.

ticale, da cui si fa strada nell'interno il getto di aria, quando la tubulatura superiore *b* venga connessa con una sorgente di aspirazione. Un meccanismo di orologeria, collocato sotto la campana, trascina nel suo movimento circolare un cilindro di ebanite, basso e di gran diametro, la cui superficie, poco distante dalle pareti della campana, serve a sostenere una striscia di carta *H H* coperta da una sostanza nutritiva, e che, in grazia del movimento di rotazione, presenta successivamente e regolarmente la sua superficie all'apertura lineare *m n*. Durante l'aspirazione le polveri atmosferiche vengono a deporsi sistematicamente sulla carta nutritiva, che si mantiene umida col porre sotto la campana una capsula, *c*, con frammenti di spugna imbevuti di una soluzione di bicloruro di mercurio. L'interno della campana, il movimento di orologeria, e tutte le parti dell'apparecchio sono accuratamente spalmate da uno strato di vaselina. La superficie del mercurio è coperta da un poco di glicerina satura di bicloruro di mercurio. Altrove sarà detto del modo con cui si prepara la carta nutritiva colla gelatina, e come si ponga in esperienza questo Aeroscopio (1).

§ 3.° — *Anemoaeroscopi*

Tutti i precedenti Aeroscopi funzionano sotto una corrente di aria determinata da un aspirazione artificiale, con indicazione esatta del volume di aria che attraversò l'apparecchio. Alcuni osservatori, onde risparmiare i diversi meccanismi di aspirazione, che non sempre è facile aver sotto mano, e che in talune circostanze non sono applicabili, hanno immaginato di trar partito dalla forza stessa del vento, per determinare una corrente d'aria nei loro Aereoscopi. Se però in questa maniera è possibile risparmiarsi l'ingombro delle pompe, degli Aspiratori e dei Contatori, gli Aeroscopi a vento sono incapaci di registrare l'aria che li traversa, e perciò non posson servire che a delle analisi qualitative, senza dire che essi divengono affatto inutili quando l'aria è calma.

Anemoaeroscopio Maddox. — Il Maddox (2) fu il primo a immaginare un Aereoscopio a vento, che egli chiamò *Aeroconiscopio*, e che per la prima volta presentò alla Società Reale di Microscopia di Londra. L'istrumento del Maddox (Fig. 5, Tav. XII), si compone di un lungo tubo cilindrico *d a*, che da un lato ha un cono imbutiforme, dall'altro un apertura capillare, destinata a raccogliere e spingere le polveri sopra una lastrina di vetro *F*, spalmata di glicerina e mantenuta verticale da due molle. Il cilindro *d a* porta lateralmente altri tre imbuti più piccoli (1, 2, 3), disposti in tre diverse direzioni, e capaci di raccogliere le polveri dal basso, dall'alto e lateralmente. Dal lato opposto al vento, l'Aeroconiscopio finisce in un quinto cono *b* più

(1) Per la preparazione della carta gelatinata vedi pag. 292, e per il modo di adoperare l'Aeroscopio Parte IV, Libro II, Cap. V, B. 3.

(2) *Maddox*. Monthly microsc. Journal.

grande degli altri, e provvisto di palette o ali c, c', c'', situate perpendicolarmente in croce nel senso delle generatrici del cono, il quale ha un prolungamento cilindrico che si adatta a sfregamento all'altra porzione dell'apparecchio. L'Aeroconiscopio del Maddox funziona sotto l'impulso del vento, e siccome è posto in equilibrio sopra un perno, può orientarsi da se medesimo.

Anemoaeroscopio Cunningham. — Molto più semplice è l'Aeroscopio a vento che il Cunningham (1) adoperò nelle sue belle esperienze su l'aria di Calcutta. L'istrumento (Fig. 6, Tav. XII) è composto di un imbuto con una piccola apertura, di fronte alla quale è collocata la solita lastrina A. Dall'altro lato v'è una banderuola, che serve a mantenerlo nella direzione del vento.

Anemoaeroscopio Miquel. — Il Miquel (2) ha pure immaginato un Aeroscopio che agisce sotto l'azione del vento, e che non è diverso dall'altro suo Aeroscopio già descritto, che per essere fissato all'asta verticale di una banderuola, destinata a farlo orientare nella direzione del vento. La Fig. 1 della Tav. XIII risparmia qualunque descrizione dell'apparecchio.

§ 4.° *Materie vischiose per gli Aeroscopi.*

Le materie glutinose colle quali si spalmano le lastre di vetro che stanno dentro gli Aeroscopi, e che devono fissare il Pulviscolo, sono di natura diversa. Alcuni hanno usato la semplice glicerina, la quale però ha il difetto, assorbendo l'umidità, di farsi troppo fluida; altri hanno preferito il siroppo zuccherino, o solo o unito a glicerina; altri infine le diverse gelatine o le oleo-resine semifluide, pure o mescolate con qualche altra sostanza glutinosa. Le oleo-resine ed i balsami, se hanno la proprietà di fissar bene il Pulviscolo, hanno però l'inconveniente, per il loro indice di refrazione troppo alto, di render eccessivamente trasparenti, e perciò invisibili, i corpuscoli più esili e minuti.

Il Miquel (3) si loda della mistura che egli adopra pel suo Aeroscopio registratore delle Muffe, e che prepara nel seguente modo. Si prende una chiara d'uovo che si stempera dentro un mortajo con poca acqua, e vi si aggiunge quindi alquanto glucosio, e un eccesso di bioduro di mercurio, allo scopo di rendere il liquido imputrescibile. Questa pasta si stende uniformemente sulla lastra di vetro per mezzo di una bacchetta, e si mantiene per qualche minuto alla temperatura di 100° C. L'albumina si secca senza alterare la sua trasparenza, e più tardi il glucosio, riprendendo la sua acqua di idratazione, rende lo strato leggermente vischioso e adatto a fissare tenacemente le polveri che vi si depongono.

Per l'Aeroscopio registratore dei Bacteri il Miquel ed il Benoist (4),

(1) *Cunningham.* Microsc. examination of air. Calcutta, 1873.
(2) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1879, p. 453.
(3) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1884, p. 486.
(4) Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1885, p. 595.

dopo aver tentato varie prove, hanno data la preferenza ad una carta spalmata di gelatina, che vien preparata in questo modo. Si stende un foglio di carta umido sopra un piano di legno, e dopo averne rialzati i bordi, mantenendoli verticali, vi si cola della gelatina di lichene (1) ancor calda, per uno spessore di 2 a 3 millimetri, cercando di stenderla in strato uniforme, e senza che vi rimangano bolle di aria. Dopo qualche minuto, la gelatina è abbastanza solida da esser portata alla stufa a 35°-40°, sopra una rete metallica a maglie sottili. Lo strato di gelatina, che allo stato fresco era di 2 a 3 millimetri, dopo l'essiccazione si riduce appena ad $^1/_3$ di millimetro, e sotto questa forma può resistere, senza fondersi, ad un calore umido di 100° C, rigonfiandosi appena, senza perdere in alcun modo la proprietà di riprendere il suo volume primitivo, quando le sia fornita acqua a discrezione.

Il colore del foglio su cui si stende la gelatina destinata a servire di alimento ai Bacteri, non è indifferente, perchè deve permettere di scorgere con facilità le colonie che si sviluppano, allorquando la striscia di carta, posta in condizioni favorevoli di temperatura, comincia a popolarsi di Bacteri. Il Miquel ed il Benoist, dopo molti tentativi per vedere quali erano le tinte più favorevoli a render visibili le colonie formate da Micrococchi bianchi, trovarono che le deboli sfumature di oltremare e di blu di Thenard, eran quelle che meglio delle altre riuscivano (2). Più tardi però questi medesimi Autori, accorgendosi che con questo metodo, le colonie dei Micrococchi gialli o verdastri si decifravano a stento sul fondo bluastro, anche dagli occhi i meglio esercitati, pensarono di sostituire al coloramento della carta, il coloramento delle stesse colonie dei Bacteri, che in tal modo avrebbero spiccato distintamente sul fondo bianco del foglio (3).

CAPITOLO III.

Volumi di aria necessari per l'analisi e durata dell'esperimento.

§ 1. — *Volumi di aria in relazione al genere dell'indagine.*

In genere può dirsi che quanto più grandi sono i volumi di aria adoperati, tanto maggiore sarà l'esattezza dei resultati che si otterranno; ma si comprende eziandio che queste quantità debbano necessariamente variare, a seconda dello scopo che uno si prefigge, e a seconda del genere, come del

(1) Pel modo di preparare la gelatina di lichene vedi Parte IV, Libro II, Cap. X, § 1°.

(2) Ann. d. l'Obs. de Montsouris, 1885, p. 596.

(3) Vedi a tal proposito quanto si dice al Cap. V. B. 3 (Parte IV, Libro II) sul modo di sperimentare coll'Aeroscopio registratore del Miquel.

grado di viziamento dell' atmosfera saggiata. Se l' esperimento sarà fatto per valutare alla bilancia la proporzione totale del Pulviscolo, bisognerà che il volume d' aria sia molto maggiore, di quando ci proponiamo di esaminare qualitativamente al microscopio i diversi corpuscoli aerei, o di quando si voglia contare le Spore crittogamiche, e i germi dei Bacteri, giovandosi del metodo indiretto delle culture frazionate. Nella valutazione totale del Pulviscolo, io adopero generalmente quantità di aria che variano dai 1500 ai 2000 litri nelle 24 ore. Siccome in media abbiam visto che la quantità totale del Pulviscolo può variare dai 0gr,0006 ai 0gr,0040 per 1000 litri di aria, così si comprende che per aver resultati attendibili, anche adoperando una bilancia estremamente sensibile, non potremo esperimentare per lo meno che sopra 1000 litri di aria.

Volendo invece valutare la quantità delle Spore crittogamiche, potranno bastare volumi di aria molto più modesti ; anzi in questo caso sarà prudenza tenersi al di sotto dei 600 e 700 litri, ed anche meno, quando l' atmosfera sia eccezionalmente carica di questi corpuscoli. In tale contingenza un maggior volume di aria, avrebbe l'inconveniente di radunare sotto il campo del microscopio una agglomerazione eccessiva di Spore, che riuscirebbe di ostacolo ad una precisa numerazione.

Se poi si tratti di valutare i Bacteri, allora il numero dei litri di aria deve essere ancora diminuito, ed in talune circostanze ridotto a poche unità, ed anche frazioni di litro ben piccole. Quando l' aria sia dell' aperta campagna, e per conseguenza in condizioni speciali di purezza, 200 litri di aria fatta gorgogliare a traverso una soluzione organica potranno bastare, e per eccezione potremmo arrivare fino a 300 litri. Ma se dovremo esaminare l'aria di una città, può esser sufficiente anche 1 litro e 1/2 litro, e per le atmosfere confinate e eccezionalmente corrotte, come quelle degli spedali, bisogna discendere a 30c.c., 25c.c. e perfino a soli 6c.c. e 3c.c.. In questi casi è sempre bene eseguire antecedentemente un esperimento di prova, per giudicare con una qualche approssimazione del numero dei Bacteri contenuti in un dato volume d' aria. Questa cognizione è necessaria alla buona riuscita degli esperimenti successivi, perchè bisogna operare in modo da far gorgogliare in ciascuna conserva nutritiva tanta aria, quanta basta perchè la infezione non accada in tutte le conserve, e che per lo meno la metà di esse restino inalterate. Supponiamo, ad esempio, di aver scelto per l' esperimento 60 palloncini contenenti ognuno del brodo di carne, e di aver fatto gorgogliare in ciascuno di essi una quantità d'aria uguale a 20c.c.. Se tutti i palloncini subirono un' alterazione, ciò vorrà dire che l'aria posta in prova era troppo carica di germi, e per conseguenza la quantità adoperata per ciascun palloncino fu eccessiva, contenendo per lo meno 1 germe ogni 20c.c., ossia 60 sopra 1l.,200. Dovremo allora ridurre la quantità dell' aria aspirata in ciascun saggio, e faremo una nuova prova con soli 10c.c. per vedere quanti dei 60 palloncini si alterano. Se il numero di questi oltrepassi di poco la metà e non ecceda i 2/3, allora vorrà dire che il volume di aria adoperato era appunto quello necessario per avere un esperimento dimostrativo.

§ 2.° — *Durata dell' esperimento.*

Anche il tempo per cui si prolunga l' esperimento, può variare a seconda di molte circostanze. Nella valutazione totale del Pulviscolo, l' esperienza potrà durare anche 48 ore, raramente 3 giorni ; ma sarebbe miglior partito non prolungarla mai al di là delle 24 ore, specialmente quando per la valutazione si prescelga il metodo del gorgogliamento nell' acqua. In questo caso quelle fruttificazioni crittogamiche raccolte nell' acqua nel primo giorno, trovandosi in condizioni favorevoli di umidità e di temperatura, potrebbero germogliare, e dar luogo allo sviluppo ed alla moltiplicazione di nuovi individui, che verrebbero ad aumentare il peso del residuo del liquido evaporato.

Usando, invece del liquido, i tamponi filtranti di cotone cardato, di amianto o di lana di vetro, il pericolo del germogliamento successivo delle Spore sarà molto minore, ma non completamente eliminato. Quando per i miei esperimenti adopero i tamponi filtranti, non lascio l' apparecchio in sito più di tre o quattro giorni.

Nel raccogliere i saggi di Pulviscolo destinati all'esame ed alla numerazione delle Spore crittogamiche, la durata dell' esperimento non dovrà possibilmente oltrepassare le 24 ore, e sarebbe bene anzi che non fosse protratta al di là di 12.

Le esperienze per lo studio dei Bacteri dovranno durare tanto da essere appunto in rapporto con le stato di purezza dell' atmosfera, e in relazione colla quantità dell' aria aspirata. Nell' aperta campagna l' esperimento potrà prolungarsi anche per 24 ore, ma negli ambienti confinati, ove l' aria sia estremamente viziata, ed ove appunto per questo basti raccogliere frazioni di litro, la durata dell' esperienza potrà esser ridotta anche a pochi minuti.

§ 3.° — *Contatori.*

Una delle cose di grande importanza in tutte le valutazioni del Pulviscolo, di qualunque natura esse siano, e qualunque sia l' elemento studiato, è di poter misurare esattamente le quantità di aria aspirata. A questo scopo, quando si usino le pompe o gli apparecchi consimili, che non possono di per loro, come succede per gli Aspiratori a deflusso di acqua, fornire l' indicazione del volume di aria, occorrono degli istrumenti che ne diano la misura colla maggiore esattezza possibile, quali sono appunto i Contatori a gas. Non starò qui a descrivere cosa sia un Contatore; dirò solo che debbono esser costruiti colla maggiore esattezza possibile, specialmente in ciò che si referisce alla capacità del tamburo, ed agli altri meccanismi, compreso quello di orologeria.

Io faccio uso di Contatori costruiti dietro le mie indicazioni nell' Officina del Gas di Monaco, i quali sono riusciti perfetti per essere quei costruttori già da lungo tempo addestrati nella preparazione di tali istrumenti, e che si raccomandano perchè alla bontà ed esattezza del meccanismo, congiungono la modicità del prezzo, in confronto degli apparecchi consimili di altre officine.

Alcuni dei miei Contatori hanno una capacità di tamburo di 5 l., ma i più sono di soli 2 l.,5. Coi primi si possono contare fino a 1,000,000 di litri, coi secondi sino a 10,000. I Contatori con tamburo della capacità di 2 l.,5 hanno la mostra distribuita come si vede nella Figura 2 della Tav. XIII.

Il primo quadrante, che occupa tutta la mostra, è diviso in 250 parti, e siccome la lancetta *A* è sull'asse del tamburo, così un giro di questo corrisponderà esattamente ad un giro della lancetta, ed ogni divisione rappresenterà $\frac{2,50}{250} = \frac{1}{100}$ di litro, ossia il Contatore potrà segnare delle frazioni di aria corrispondenti a 10c.c. Dal quadrante *A* al quadrante *B*, ho fatto stabilire una trasmissione di 1 : 4, cosicchè quando la lancetta *A* avrà fatto 4 giri (ossia saranno passati pel tamburo dieci litri), la lancetta *B* avrà fatto un giro completo, e siccome il quadrante *B* è diviso in 10 parti, così in esso si potranno leggere i singoli litri. Dal quadrante *B* a quello *C*, da *C* a *D*, e da *D* ad *E* le trasmissioni sono di 1 : 10, e per conseguenza se nel quadrante *B* si leggeranno le unità di litro, in quello *C* saranno notate le diecine, in quello *D* le centinaia e in quello *E* le migliaia, cioè potranno leggersi fino a 10,000 litri.

Ogni Contatore è provvisto di un'apertura per l'ingresso dell'aria, e di una per l'uscita. Quest'ultima, *g*, collocata nella parte superiore dell'apparecchio, è tanto ampia da ricevere il termometro *c*, che deve segnare la temperatura dell'aria nel momento che attraversa il Contatore. L'apertura d'ingresso, provvista di chiavetta, è situata posteriormente, e non si vede nella Figura. Un tubo di vetro *i*, che comunica coll'interno dell'apparecchio per mezzo di due robinetti, indica il livello a cui si trova il liquido. Un indice fisso *m* serve a stabilire il punto a cui deve arrivare l'acqua, che si introduce dalla parte superiore del Contatore, da un orifizio in forma di imbuto, *n*. L'eccesso del liquido che potesse esservi introdotto, scola da un'apertura laterale *h*, posta al medesimo livello dell'indice, e che si chiude quando l'apparecchio è pronto. Due viti *k k* servono a disporre il Contatore nella perfetta posizione orizzontale, per mezzo di un livello a bolla, che si colloca sopra una piastra a ciò destinata. Questa precauzione è indispensabile per aver sempre le medesime indicazioni esatte sul volume d'aria misurata. Per riempire il Contatore si aprono gli orifizi *n* ed *h*, si versa l'acqua da *n* finchè non giunga a scolare da *h*, cioè finchè il livello non sia perfettamente all'altezza dell'indice fisso *m*, e si chiude *h*. Allora si fa eseguire al tamburo qualche giro, perchè i suoi scompartimenti si riempiano di liquido, e quindi, se ve n'ha bisogno, si introduce nuova acqua per piccole porzioni, sino ad aver raggiunto l'indice *m*.

Verifica dei Contatori. — Per quanto i Contatori possano esser costruiti con diligenza, è difficile che sieno affatto esenti da errori, ed è perciò necessario farne una esatta verificazione, che si eseguisce mediante un gasometro o recipiente esattamente misurato, di una capacità di circa 35 a 40 litri. Le prove di verifica vanno ripetute 10 o 15 volte, per avere una media.

Un esempio numerico di tale operazione non sarà affatto inutile. Supponiamo che il gasometro verificatore abbia una capacità esatta di 38 l., 040, e che in 10 esperimenti eseguiti facendo passare l'aria del gasometro a traverso il Contatore in prova, questo abbia segnato come media 37 l.,900. Se il Contatore è di quelli di 2 l.,500, il resultato avuto starà a indicare che la capacità del tamburo è un poco superiore ai 2 l.,500. Per rimediare l'errore si potrebbe aggiungere altra acqua nel Contatore, e così diminuendo la capacità del tamburo, a forza di prove determinare esattamente il livello a cui bisogna mantenere il liquido, per avere l'indicazione precisa dei 38 l.,040. Val meglio però tener conto dell'errore che si verifica al livello di acqua normale, cioè a quello indicato dall'indice, e correggere quest'errore in ciascuna esperienza. La correzione si fa cercando il numero pel quale dovremo moltiplicare l'indicazione fornita dal Contatore, numero che sarà facile trovare colla seguente equazione:

$$37{,}900 : 38{,}040 :: 1 : x$$

in cui $x = 1{,}00370$.

Per cui quando il Contatore segnerà 100 l., ne saranno invece passati 100 l., 370, e per conseguenza ogni indicazione del Contatore per esser ricondotta al suo valore reale, dovrà esser moltiplicata per il numero fisso 1,0037.

§ 4.° — *Correzioni del volume gassoso per la temperatura e per la pressione.*

Il volume di aria in tal modo spogliato dall'errore del Contatore, ha bisogno ancora di un'altra correzione relativa alla temperatura ed alla pressione barometrica, cioè deve esser ridotto a 0°, e a 760^{mm}. Per ottenere le medie della temperatura e della pressione dell'aria durante un esperimento che duri 24 ore, io osservo il termometro e il barometro alle 11 ant., cioè all'ora in cui abitualmente incomincio i miei esperimenti, alle 3 pom, alle 9 pom., alle 9 ant. del giorno appresso, ed alle 11 ant., cioè al momento in cui si compiono le 24 ore dell'esperienza. Le cifre così raccolte mi danno una media abbastanza esatta, e tanto più esatta per la temperatura, inquantochè l'indicazione del termometro, che è collocato nel Contatore, e che segna perciò la precisa temperatura dell'aria al momento che vien misurata, variano pochissimo, e tutt'al più danno una escursione che non oltrepassa mai i 3 gradi (1).

Conosciuta la temperatura media e la pressione dell'aria durante l'espe-

(1) La ragione che le temperature osservate nelle diverse ore della giornata, variano ben poco fra di loro, è che l'aria, avanti di passare pel Contatore, ha gorgogliato ripetutamente fra l'acqua della pompa, e perciò prende una temperatura vicina a quella stessa dell'acqua, la quale si mantiene più costante di quella dell'aria.

rimento, bisogna ridurre il volume allo stato secco, a 0°, ed alla pressione normale di 760^{mm}, giovandosi della nota formula:

$$V_0 = \frac{V\ (H - f)}{760^{mm}\ (1 + 0{,}00367 \times t)}$$

in cui:

V è il volume di aria letto,
H la pressione media durante l'esperienza,
f la forza elastica massima del vapor d'acqua alla temperatura *t*.
t la temperatura media durante l'esperienza.
1 + 0,00367 il coefficiente di dilatazione dei gas.

Esempio: sia $1530^{l.},200$ il volume di aria letto sul Contatore; sia 23° la temperatura media dell'aria misurata, e $758^{mm},20$ la pressione barometrica; siccome la forza elastica *maximum* del vapor di acqua alla temperatura di 23° è uguale a $20^{mm},888$, così sostituendo alle lettere della formula precedente i respettivi valori, avremo:

$$V_0 = \frac{1530{,}200\ (758{,}20 - 20{,}888)}{760\ (1 + 0{,}00367 \times 23} = 1332{,}113$$

Dunque i $1530^{l.},200$ segnati dal Contatore, dopo le debite riduzioni, sono scesi a soli $1332^{l.},113$ (1).

Premesse tutte le cognizioni che eran necessarie, per l'uso dei diversi artifizi destinati ad aspirare l'aria, degli apparecchi collettori del Pulviscolo, e dei meccanismi per misurare il volume gassoso; detto quali sono le quantità di aria necessarie in ciascuno esperimento, e i modi di ridurle allo stato secco, alla temperatura di 0°, ed alla pressione normale, resta ad indicare i modi più appropriati per raccogliere, esaminare e valutare, tanto il complesso delle polveri atmosferiche, quanto i singoli elementi che le compongono.

(1) Per facilitare i calcoli che sopra, sono state compilate alcune Tavole che danno la tensione del vapor d'acqua in millimetri da − 2° a + 35°, ed i valori di 1 + 0,00367 *t*. Si consultino in proposito le diverse Agende chimiche, ed i trattati speciali per l'analisi dei gas, fra i quali quello del Bunsen, Méthodes gasométriques. Paris, 1858, p. 287 e 290.

CAPITOLO IV.

Raccolta, esame e valutazione dell' intiero Pulviscolo, degli Infusori e delle Spore crittogamiche.

Art. 1.° — Raccolta e valutazione dell'intiero Pulviscolo.

Il metodo preferito dai primi sperimentatori per queste determinazioni, fu quello di far gorgogliare una certa quantità di aria a traverso l' acqua stillata, previamente bollita. Così operarono il Gautier, lo Smith, il Beaudrimont, il Dancer e il Tissandier. L'apparecchio può esser di varia forma; o tubi a bolle del Liebig, o tubi del Mohor, o qualunque altro artifizio che assicuri un lungo e prolungato contatto dell'aria coll'acqua. Il liquido viene esaminato subito al microscopio, oppure si aspetta che abbia formato deposito. L' esame in tutti i modi va fatto con una qualche sollecitudine, onde ovviare il caso che si sviluppino e si moltiplichino successivamente quei Microfiti, i cui germi furono primitivamente raccolti nel liquido.

Il Pasteur altra volta per raccogliere il Pulviscolo, preferì un tampone di cotone fulminante, che disciolto quindi in una miscela di alcool e di etere, abbandonava il sedimento raccolto dall'atmosfera, il quale, lavato a più riprese, veniva quindi esaminato al microscopio. L'apparecchio usato dal Pasteur era ben semplice, e consisteva in un tubo di vetro, dov'era collocato il tampone filtrante, in cui passava l' aria succhiata da una piccola pompa idropneumatica. Questo processo, a vero dire, offre diversi inconvenienti, fra i quali non ultimo quello che l'azione dell' alcool e dell' etere raggrinza e deforma i corpuscoli, e li rende talora irriconoscibili; senza dire che buona parte di essi, sia nell'atto della decantazione, sia durante le lavature consecutive, sfuggono o si perdono. Lo stesso Pasteur più tardi riconobbe l'imperfezione del suo metodo, ed ai tamponi di cotone fulminante sostituì più volentieri le lastrine di vetro spalmate con liquidi vischiosi.

Per la valutazione della quantità dell'intiero Pulviscolo, si possono usare due processi; il primo che consiste a filtrar l' aria a traverso un tampone di cotone di amianto o di lana di vetro; il secondo a farla gorgogliare nell'acqua stillata. Nel primo caso la quantità del Pulviscolo è data dall' aumento di peso che subisce il tubo filtrante dopo l'esperienza; nel secondo, dal peso del residuo solido che rimane dopo l' evaporazione del liquido ove ha gorgogliato l'aria, si argomenta della proporzione delle polveri aeree. Ambedue questi metodi possono dar resultati precisi, quando sieno eseguiti colle opportune cautele e nel modo che diremo.

§ 1.° *Metodi per filtrazione a traverso tamponi.*

Processo Fodor. — Il Fodor raccomanda il suo processo su tutti gli altri. Egli adopera un tubo di vetro lungo 10 o 12 centimetri, largo internamente 15 millimetri, ripieno quasi per intièro di cotone di vetro. Una delle estremità del tubo è aperta in tutta la sua larghezza, ed è di qui che entra l'aria; l'altra estremità è assottigliata e stirata in modo, da poterla facilmente congiungere, per mezzo di un tubo di gomma, con l'apparecchio aspirante Il Fodor avanti di sottoporre all'esperienza questi tubi, li mantiene per 8 o 10 giorni sotto una campana di vetro in presenza del cloruro di calcio, onde perdano qualunque traccia di umidità; dopo di che il tubo vien pesato esattamente e sottoposto alla prova. La stessa operazione, e per lo stesso periodo di tempo, vien ripetuta alla fine dell'esperienza, cioè avanti che il tubo sia di nuovo posto sulla bilancia, onde valutare dall'aumento di peso, la quantità di pulviscolo che v'è rimasto.

Ognun comprende di quale importanza riesca in tali valutazioni, l'esser perfettamente sicuri che qualunque traccia di umidità sia scomparsa dal tampone filtrante, avanti e dopo l'esperimento; cioè quando si eseguiscono le due pesate, la cui differenza deve indicare la quantità del Pulviscolo. Siccome le polveri atmosferiche figurano in peso per una minima frazione, anche sopra 1000 litri di aria, tanto da non essere talvolta rappresentate che da frazioni di milligrammo, così qualunque altra cagione che potesse fare aumentare o diminuire, anche di poco, il peso del tubo, sarebbe causa irrimediabile dell'insuccesso dell'analisi. È condizione dunque necessaria, indispensabile, che l'essiccazione tolga qualunque traccia di umidità, e che il tubo da questo lato, nelle due pesate che devono segnare con estrema precisione l'aumento di qualche decimo di milligrammo, si trovi nelle medesime ed identiche condizioni.

Il Fodor quando crede che il mantenere i tubi per 8 o 10 giorni in presenza del cloruro di calcio, possa privarli completamente della loro umidità, è in errore; come lo hanno dimostrato fino all'evidenza le molte esperienze che ho fatto in proposito. I tubi preparati come dice il Fodor, cioè col cotone di vetro, e posti nelle condizioni da lui indicate per 8 o 10 giorni, non perdono che raramente in capo a questo tempo tutta l'umidità che sono suscettibili di perdere. Io mi sono assicurato che anche dopo 15 o 18 giorni di essiccazione, il tubo scemava sempre di peso, e mi è successo due o tre volte di doverlo lasciare nell'essiccatore fino a 29 giorni, prima di arrivare ad ottenere un peso costante. Il fatto, che a primo aspetto può sembrare strano, trova la sua spiegazione nelle difficoltà con cui si debbono compiere gli scambi gassosi fra l'aria che impregna il tampone, e che è trattenuta tenacemente fra le sue maglie come in un corpo poroso, e fra l'atmosfera secca della campana dove è collocato il tubo, il quale d'altronde non presenta che una via relativamente angusta a questi scambi, essendo da un sol lato completamente aperto, e dall'altro terminando in punta affilata.

Processo dell'Autore. — Vedendo che il metodo del Fodor non poteva utilmente applicarsi nel modo con cui l'aveva proposto l'Autore, mi son dato cura di trovare un processo abbastanza spedito, ma più di tutto sicuro, per ottenere in poco tempo una essiccazione perfetta dell'apparecchio filtrante. Provati inutilmente vari artifizi, fra i quali l'essiccazione in stufa a temperature di 120°, 150° e 170° C., non che correnti continue di aria secca, ottenute col gorgogliamento nell'acido solforico (1), sono finalmente riuscito usando il seguente processo, che consiste nel praticare ripetutamente il vuoto nel tubo, ed ogni volta rintrodurvi aria perfettamente secca. Ecco l'apparecchio, come l'ho immaginato, e il modo di operare.

L'apparecchio contenente il tampone che deve servire a filtrar l'aria, è un tubo di vetro *A* (Fig. 3, Tav. XIII), lungo 11 centimetri e del diametro interno di 11 a 12 millimetri, con due aperture, *b* e *c*, chiuse da due robinetti *d* ed *e*, a tenuta perfetta di vuoto. Riempio il tubo di amianto finissimo e scelto, calcandolo abbastanza e in modo che una corrente di aria trovi una certa resistenza ad attraversarlo. Sopra e sotto pongo due dischi di carta porosa, per impedire che l'aspirazione trascini seco qualche minuta particella di amianto. Ho preferito l'amianto al cotone cardato, ed anche al vetro filato, perchè infinitamente più facile a cedere l'umidità che non sieno queste altre due sostanze (2).

Preparato così il tubo, introduco la sua estremità *b* nel foro di un tappo di gomma, che chiude una boccia *B* (Fig. 4, Tav. XIII) contenente dell'aria perfettamente secca in presenza dell'acido solforico, ed unisco *c* colla pompa pneumatica. Allora coll'apertura e chiusura dei robinetti *d* ed *e*, opportunamente combinate, faccio il vuoto per 10 volte nel tubo *A*, e vi rintroduco ogni volta l'aria secca della boccia *B*, chiudendo per ultimo tutti e due i robinetti. Siccome però, operando in tal modo, resta nel tubo una rarefazione di aria, così, togliendolo dalla boccia *B*, lo pongo successivamente in comunicazione con altre due boccie simili, cioè contenenti aria secca, ed aprendo ogni volta il robinetto *e*, ristabilisco nel tubo la pressione normale. Dopo ciò non resta che pesare il tubo ad una bilancia sensibilissima che accusi $^1/_{10}$ di milligrammo, e quindi sottoporlo al passaggio dell'aria da analizzarsi. Terminata l'esperienza, si ripetono sul tubo scrupolosamente le medesime manovre del vuotamento e della introduzione successiva dell'aria secca, e poi si eseguisce la nuova pesata, giudicando dall'aumento di peso della quantità del Pulviscolo che è rimasto nel tubo.

---

(1) L'aria veniva prima filtrata a traverso un tubo lungo 25 centimetri pieno di cotone cardato, e poi fatta gorgogliare per due volte nell'acido solforico, e finalmente, avanti di penetrare nell'apparecchio da essiccarsi, passava in tre tubi ad *U* pieni di frammenti di potassa. Nonostante tutte queste precauzioni, non fu mai possibile ottener per l'apparecchio un peso costante; nè era raro il caso che il tubo sottoposto a questa corrente, invece di diminuire, aumentasse di peso.

(2) Esperimenti di confronto che ho eseguiti con tubi con amianto, e con tubi con cotone di vetro, hanno dato per resultato, che mentre nei primi bastava fare il vuoto 8 o 10 volte, e introdurre ogni volta aria secca per ottenere ogni eliminazione di umidità, nei secondi non si otteneva il medesimo intento che dopo 23 o 25 manovre.

Con questo procedimento, che ha il grande vantaggio su quello usato dal Fodor, dell' esattezza nei resultati e della maggiore speditezza, la valutazione totale del Pulviscolo atmosferico è semplice, e si riduce ad una operazione che esige solo particolare diligenza nella pesata, e che prende pochi minuti di tempo; cosa questa indispensabile quando si debbano eseguire delle valutazioni sistematiche giornaliere, dove occorre far presto non solo, ma evitare qualunque ingombro di apparecchi da restare in sito per diversi giorni. Infatti col metodo proposto dal Fodor, dovendo valutare il Pulviscolo ogni 24 ore, ed essendo d'altra parte necessario che il tubo per esser perfettamente secco, rimanga per 10 ed anche 15 giorni entro l'essiccatore, occorre avere per lo meno una quindicina di tubi, altrettanti essiccatori continuamente in funzione, non che tener calcolo esatto delle respettive date, per prendere il tubo destinato all' esperienza di quel giorno, e non confonderlo con altri.

§ 2.° — *Metodi con gorgogliamento in liquidi.*

L' altro metodo di valutazione dell' intero Pulviscolo, al quale anch' io bene spesso ricorro, perchè oltre a fornire resultati abbastanza precisi, offre il modo di esaminare al microscopio la qualità delle polveri raccolte, e di valutare anche la respettiva proporzione fra le materie minerali e quelle organiche, è il gorgogliamento di un dato volume di aria a traverso un liquido. Perchè questo metodo dia resultanze il più possibilmente esatte, occorre che la corrente d' aria passi a traverso una colonna di liquido di una certa altezza, e che venga divisa in numerose e tenuissime bollicine, da cedere facilmente tutte le particelle sospese.

Negli ordinari tubi del Liebig, ed anche in quelli del Mohor, la corrente passa in bolle troppo voluminose, e lo strato di liquido che attraversano è troppo piccolo, per esser sicuri che i contatti avvengano nel grado e nel modo voluto.

Apparecchio dell' Autore. — A rimediare a questi inconvenienti ho immaginato l' apparecchio gorgogliatore, che è rappresentato dalla Fig. 5 della Tav. XIII.

L' apparecchio si compone di due cilindri di vetro *A* e *B*, alti $0^m,20$, larghi $0^m,025$, provvisti nel loro terzo superiore di una tubulatura laterale *c*, alla quale, mediante un tappo di gomma, si adatta il tubo a bolla *d*, destinato a trattenere le piccole porzioni di liquido che potessero risalire in forza di un gorgogliamento eccessivo. La bocca dei cilindri, provvista di orlo, è chiusa da un tappo di gomma ad un foro dove passano i tubi di vetro *r* ed *s*, terminati inferiormente a dolce cono smerigliato, a cui si adatta a sfregamento un fungo di platino *m*, che è la parte più importante dell' apparecchio. Il fungo di platino, che è rappresentato in profilo ed in pianta, a grandezza naturale, nella Fig. 6 della Tav. XIII, è fatto nella sua parte inferiore da una

callotta di sfera, ed è leggerissimamente curvo nella faccia superiore Su questa, lungo il margine esterno, è praticata una serie di piccolissimi fori, in numero di venti, e del diametro ognuno di 1/3 di millimetro.

L'aria aspirata dalla pompa, che è in comunicazione coll'apparecchio per mezzo di *e* (Fig. 5, Tav. XIII), entra dalla apertura *f*, gorgoglia a traverso l'acqua, ed esce in minutissime bollicine dai fori del fungo di platino. L'altezza della colonna liquida è mantenuta in ciascun cilindro a circa 8 centimetri, e quest' altezza, unitamente alla massima divisione che subisce la corrente gassosa, è più che sufficiente ad arrestare il complesso delle particelle solide dell'aria. Di questo ho potuto convincermi per esperienza diretta, facendo succedere un terzo cilindro gorgogliatore ai due, che costituiscono l'ordinario apparecchio, ed evaporando l'acqua del gorgogliatore supplementario, che non lasciava residuo apprezzabile entro un vetro da orologio.

Terminato l'esperimento, avanti di togliere il liquido dall'apparecchio, aspiro a più riprese, per mezzo di un tubo di gomma congiunto ad *f* (Fig. 5, Tav. XIII), in modo da far salire l'acqua ripetutamente nei tubi *r* ed *s*, fin presso alla loro parte superiore, onde togliere quei corpuscoli che durante l'esperimento rimangono sempre aderenti alla superficie interna dei tubi. Tolgo allora i tubi *r* ed *s*, coi relativi funghi di platino, lavando quelli e questi per due o tre volte con acqua stillata. Tanto l'acqua dei cilindri, quanto quella di lavatura dei tubi e delle altre parti dell'apparecchio, viene evaporata a bagno-maria in una capsula di platino, ed il residuo, posto a raffreddare in un essiccatore, è quindi scrupolosamente pesato. Volendo poi valutare le materie minerali e quelle organiche, si esporrà il residuo al fuoco nudo fino ad averne le ceneri, che raffreddate prima entro un essiccatore e poste poi sulla bilancia, forniranno direttamente il peso delle materie minerali, e per differenza quello delle materie organiche.

È della massima importanza usare in questi saggi acqua stillata estremamente pura, assicurandosi con un esperimento preventivo che non lasci residuo di sorta. Per prepararla si distillerà di nuovo l'acqua stillata ordinaria in presenza del permanganato di potassa, e si avrà cura di raccogliere il prodotto della distillazione in boccia ben netta, antecedentemente sterilizzata, e mantenuta chiusa con ogni cura. Sarà bene però preparare di nuovo il liquido ogni 15 giorni, perchè per quanta cura si abbia, non si può impedire lo sviluppo di Crittogame, che col tempo potrebbero di per loro fornire un residuo all'evaporazione ben visibile all'occhio, se non ponderabile; come è successo a me, adoperando dell'acqua preparata con tutte le cure 4 mesi innanzi.

Qualunque sia l'apparecchio che si prescelga per la valutazione del Pulviscolo, esso dovrà collocarsi all'aria libera, distante dai muri e dagli alberi, ed all'altezza a cui si vuole analizzare l'atmosfera. Dando la preferenza ai tubi con tamponi filtranti, si collocheranno in modo che la loro apertura maggiore per l'ingresso dell'aria, guardi in basso o lateralmente, onde non possano cadervi dentro le particelle più grossolane trasportate dal vento. Per difenderli poi dalla pioggia, potremo collocarli entro un tubo di vetro capo-

volto di diametro maggiore, che sopravanzi in basso di un centimetro; oppure, com'io pratico più volentieri, proteggerli con una lastra collocata al di sopra dell'apparecchio a guisa di tetto. Le medesime precauzioni debbono esser prese per gli apparecchi a gorgogliamento, che son uso difendere dalla pioggia e dal sole con ripari più ampi. Usando gli apparecchi gorgogliatori, succede sempre che nei giorni di estate la corrente di aria determina una così grande evaporazione del liquido, che questo può esser ridotto nelle 24 ore a metà ed anche a un terzo del volume primitivo In questa emergenza si può restituire facilmente il liquido perduto, senza smontare l'apparecchio e senza interrompere l'esperimento. Basta presentare all'apertura *f* (Fig. 5, Tav. XIII) un bicchierino pieno di acqua stillata purissima, perchè attratta dalla forza di aspirazione, venga succhiata immediatamente nella misura voluta per ricondurre il liquido del gorgogliatore al primitivo livello.

Gli apparecchi collettori del Pulviscolo, qualunque essi sieno, vengono uniti ai tubi dai quali si fa l'aspirazione mediante un tubo di gomma. Ad evitare il caso, pur troppo frequente, che gli insetti e specialmente i ragni, penetrino nell'interno degli apparecchi, è bene spalmare tutt'all'intorno il tubo di aspirazione con catrame fenicato, e interrompere nel medesimo modo qualunque altro rapporto che gli apparecchi potessero offrire colle parti circostanti.

Art. 2.° — Raccolta e valutazione degli Infusori.

Alcuni fra gli Infusori più piccoli, come le Monadi e le Amebe, nonchè i relativi ovuli, in grazia della loro tenuità possono rimanere sospesi nell'aria. Per metterli in evidenza e studiarli, si fa uso di un metodo indiretto. Se a traverso dell'acqua stillata, resa antecedentemente sterile, si fanno gorgogliare da 30 a 40 metri cubi di aria, dopo qualche giorno, fra mezzo ad abbondanti Crittogame, si possono scorgere alcuni Infusori dell'ordine dei Ciliati e dei Rotiferi. L'aria può esser fatta passare nella medesima quantità a traverso un tampone di amianto, precedentemente arroventato, che vien posto a digerire, finita l'esperienza, nell'acqua stillata. Anche nell'acqua di pioggia, raccolta in apposito recipiente, si può scoprire dopo qualche giorno alcuni Infusori in mezzo a svariate forme di Mucedinee.

Il Miquel indica il modo di costruire dei piccoli aquari di acqua piovana, destinati allo sviluppo ed allo studio degli Infusori (1). A questo scopo egli prende un tubo di vetro provvisto di una grossa bolla a guisa di pipetta, e vi colloca qualche frammento di pianta ancor verde, scaldando il tutto fino a 160° C. Ciò fatto riempie il tubo, aspirando, coll'acqua piovana raccolta antecedentemente in un vaso di vetro sterilizzato.

(1) *Miquel.* Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris, 1883, p. 29.

Art. 3.° — Raccolta e valutazione delle Spore crittogamiche.

Il Maddox ed il Cunningham furono i primi che tentarono di numerare le Spore crittogamiche dell'atmosfera. Però il metodo prescelto da questi Autori mancava della esattezza necessaria. Molti altri osservatori, fra i quali il Pasteur, il Tyndall, l'Yung, il Giacosa, si contentarono dimostrare che in alcuni luoghi queste Spore abbondano più che in altri, e che l'aria della pianura ne è più ricca di quella dei luoghi montuosi. Il metodo da essi adoperato consisteva nell'aprire sul luogo destinato all'esperimento dei tubi, o dei palloncini di vetro chiusi al cannello, ovvero nell'esporre semplicemente per un certo tempo all'aria tubi da saggio, aperti, contenenti liquidi sterilizzati col bollore. Questi metodi hanno il precipuo inconveniente di restare assolutamente muti sulla quantità d'aria che fornì i corpuscoli raccolti, e di mancare delle precauzioni vòlute per esser completamente tranquilli sulla sterilità dei liquidi e dei recipienti posti in uso.

Oggigiorno per arrivare a farsi un'idea della relativa proporzione delle Spore crittogamiche raccolte in un dato volume d'aria, si preferiscono, come mezzo più sicuro, gli Aeroscopi con lastrine di vetro spalmate di una sostanza glutinosa, capace di trattenere tutti i corpuscoli che vi deposita il getto di aria. Bisogna intanto premettere che per giungere ad una numerazione esatta di queste Spore, e per avere resultati comparativi fra i saggi di aria di luoghi diversi, bisogna prima di tutto porsi in identiche condizioni ogni qualvolta si esperimenta; cioè bisogna usare del medesimo Aeroscopio, con lastrine di vetro di uguali dimensioni, spalmate del medesimo liquido vischioso, nonchè adoperare un getto di aria della medesima forza e della medesima sezione, che provenga da un cono delle medesime dimensioni, avente la medesima apertura, e ugualmente distante dalla lastrina destinata a raccogliere il Pulviscolo.

Il perfezionamento del metodo col quale si può riuscire a numerare con sufficiente esattezza le Spore crittogamiche, si deve al Miquel (1), che lo propose fino dal 1879. Per questa valutazione egli fa uso del suo Aeroscopio, da noi descritto a pag. 287, ed opera nel modo seguente. Una lastrina di vetro sottilissima, di 18 millimetri di lato, è spalmata nel suo centro, per una superficie di circa 2 centimetri quadri, da un miscuglio vischioso di glicerina e siroppo zuccherino. Fissata la lastrina al cavalletto dell'Aeroscopio, per mezzo della vite micrometrica si avvicina a 3 millimetri dell'apertura del cono. Ciò fatto non resta che invitare il cono alla campana che deve riceverlo, e far passare la corrente d'aria pel tempo che si crede necessario. « Terminato l'esperimento, dice il Miquel, si toglie la lastrina, si mescolano colla punta di un ago, precedentemente arroventato, le polveri col liquido vischioso, si lava l'ago con una goccia di liquido puro, che si aggiunge a

(1) *Miquel.* Ann. Montsouris, d. l'Obs. d. 1879, p. 473.

quello della raccolta, e si rovescia il vetrino sopra una lastra porta-oggetti ben tersa, in modo che il liquido si trovi sparso uniformemente in tutta la preparazione. Ciò fatto, non resta che collocare la preparazione sotto il microscopio, e contare ciascuna volta il numero delle spore vedute nel campo. Basta allora calcolare il rapporto fra la superficie del microscopio e la superficie del vetrino, e moltiplicarlo pel numero medio dei germi veduti in ciascun campo, per avere, con un certo grado di approssimazione, il numero totale dei Microbi contenuti nella preparazione. Designando con R il rapporto fra le superfici, con M la cifra media dalle Spore vedute nel campo, e finalmente con V il volume di aria proiettato sulla lamella, la formula

$$N = \frac{R \times M}{V}$$

dà il numero dei germi raccolti sotto l'unità di volume. Il rapporto R è costante, quando si faccia uso sempre di una stessa lamella di vetro a superficie fissa, e il medesimo microscopio provvisto dello stesso oculare e dello stesso obiettivo. La media M è sufficientemente esatta se resulta da un numero di osservazioni almeno uguali a 100. Finalmente il volume di aria è dato esattamente dal Contatore. »

Abbiamo veduto come allo stesso Miquel si deve un Aeroscopio registratore, capace di indicare il numero delle Spore raccolte nelle singole ore sopra un dato volume di aria. Nell'istrumento la lastrina di vetro graduata (Fig. 3, Tav. XII) diventa un vero quadrante, che si muove in linea retta al di sopra dell'apertura posta all'apice del cono, la quale apertura rappresenta una lancetta fissa, che segna le medesime ore che il cronometro. Il getto di aria che passa da quell'apertura depone metodicamente a tutte le ore del giorno le polveri, che possono così facilmente venire riconosciute al microscopio nella loro natura e nelle loro proporzioni. Per raggiungere però convenientemente lo scopo, abbisognano due condizioni; l'una che il volume di aria diretto sulla lastrina sia uguale in tempi uguali; l'altra che le polveri sieno fissate o immobilizzate sui punti, dove la corrente d'aria le ha proiettate. La prima condizione si può ottenere usando di grandi Aspiratori ad acqua, oppure di una pompa idropneumatica, alimentata da un getto di acqua a flusso e pressione costante, come quella da me immaginata e descritta, e che è capace di aspirare quantità di aria uguali in tempi uguali. Alla seconda condizione si sodisfa, adoperando un liquido vischioso che non coli, e che non si idrati eccessivamente, come appunto è quello proposto dal Miquel, e del quale più sopra ho dato la ricetta.

CAPITOLO V.

Raccolta e valutazione dei Bacteri.

Diversi autori hanno tentato di esaminare e riconoscere i Bacteri, sottoponendo senz' altro all' osservazione microscopica le lamelle di vetro degli Aeroscopi, sulle quali erano rimaste aderenti le polveri atmosferiche. Ripeteremo anche una volta, che l'esame fatto in tali condizioni offre grandissime difficoltà, in ragione dell' estrema piccolezza e delle forme poco distinte di tali germi, che si possono facilmente confondere con granulazioni inanimate, o di natura differente, comprese quelle minerali; tanto più che le reazioni possibili su questi esilissimi corpuscoli, o sono estremamente incerte, o fanno del tutto difetto. È per queste ragioni appunto, che il metodo dell' osservazione diretta è stato definitivamente abbandonato, e sostituito da quello delle culture, cioè da quel metodo che pone i germi raccolti in condizioni favorevoli da svilupparsi, e dar luogo alla comparsa di individui adulti, che si moltiplichino e si manifestino con tutte le loro più abituali forme, e con quelle apparenze capaci di farli riconoscere.

Dicemmo già quali sieno le operazioni che si praticano per raccogliere e riconoscere i germi dei Bacteri nelle polveri secche, nella rugiada e nelle acque meteoriche. Resta adesso a descrivere con quali metodi speciali si raccolgono direttamente dall' aria, e in qual modo possano definitivamente essere dimostrati.

I Bacteri sospesi nell' atmosfera si potrebbero raccogliere facendo gorgogliare l' aria a traverso l' acqua stillata, ed eseguendo poi su questa saggi analoghi a quelli posti in opera per l'esame della rugiada, o dell' acqua di pioggia. Val meglio però seminare direttamente questi germi in appropriati liquidi nutritivi, operando direttamente in questi il gorgogliamento, e risparmiando così operazioni intermedie, sempre lunghe e spesso incerte o difficili.

A. — Apparecchi a semplice contatto di aria.

Non tutti i metodi proposti e adoperati per raccogliere i germi dei Bacteri dell' aria, si fondano sul gorgogliamento di questa a traverso i liquidi nutritivi. Ve ne sono alcuni che si limitano a porre in contatto, più o meno direttamente, l' atmosfera con infusioni organiche putrescibili; sia lasciando passar l' aria liberamente al di sopra dell' apparecchio, sia imprigionandola in tubi, palloni o recipienti, chiusi più o meno ermeticamente.

1. — *Recipienti aperti.*

Abbiamo già detto che alcuni, fra i quali il Fodor, il Tyndall ed il Giacosa, raccoglievano i corpuscoli organizzati dell' atmosfera, esponendo liberamente all'aria dei tubi da saggio, contenenti un liquido nutritivo, ed abbiamo anche segnalato i gravi inconvenienti di questo metodo.

Processo Giacosa. — Il Giacosa (1), non potendo ricorrere agli ordinari metodi di aspirazione nei suoi esperimenti eseguiti sul Monte Marzo a 2756^m di elevazione, dovette contentarsi di raccogliere quel Pulviscolo che l' aria lasciava liberamente cadere. Egli preparò due sorta di tubi. Gli uni, vuoti, sterilizzati, e nei quali aveva posta una certa quantità di acqua che faceva bollire fino a perfetta consumazione, saldando quindi al cannello la punta affilata del tubo, allorchè uscivano gli ultimi getti di vapore; gli altri ripieni di vari liquidi nutritivi (liquido del Cohn, del Raulin, brodo di carne, ecc.), fatti bollire avanti e dopo averli introdotti nel tubo, il quale veniva saldato nella sua parte affilata durante il bollore. Questi ultimi tubi si aprivano col solito metodo della punta di diamante e col carbone acceso, ed eran quindi lasciati esposti all'aria il tempo necessario, perchè il liquido si caricasse dei germi deposti liberamente dall'aria. Allora, capovolgendo la punta affilata degli altri tubi o tubi vuoti, si rompeva questa (avendola prima arroventata alla fiamma) sotto il liquido, il quale saliva nell' interno del tubo, a riempire il vuoto che era stato fatto per mezzo della condensazione del vapore; dopo di che il tubo veniva immediatamente saldato al cannello, e serbato per l' esperienza.

A vero dire il processo usato dal Giacosa non è da raccomandarsi, sia perchè appartiene a quella categoria di metodi da noi in genere criticati, sia perchè coll'usare due serie di tubi, pieni e vuoti, si è complicato l' esperimento, senza averne un corrispondente e ben sensibile benefizio.

Processo Tyndall. — Il Tyndall (2), allo scopo precipuo di farsi un' idea sulla distribuzione dei germi nell'aria, e non già di raccogliere dati sul loro numero, fece uso del pari di tubi da saggio aperti, ed esposti senz' altro all' aria. Ecco come lo stesso Tyndall descrive il suo apparecchio, che egli chiama il *Vassojo* dei 100 tubi. « Supponiamo, egli dice, che un recipiente largo e poco profondo, pieno di una infusione organica, venga esposto all' aria. I germi vi cadrebbero certamente; e se tali organismi potessero restar confinati precisamente là dove son caduti, si avrebbe una specie di *carta,* che riprodurrebbe la distribuzione della vita natante nell' atmosfera. Ma adoperando un tal recipiente gli organismi non mancherebbero di con-

(1) *Giacosa.* Sopra i Germi dell' aria contenuti a grandi altezze. (Riv. di Chim. med.) t. I. 1883, p. 41.
(2) *Tyndall.* Les Microbes. Paris, 1882, p. 122.

fondersi insieme, e non si giungerebbe ad alcun resultato. Al contrario, si potrebbero ottenere preziosi indizi dividendo l'infusione, e ponendola in una serie di tubi gli uni accanto agli altri ». Per realizzare questa idea, il Tyndall fece costruire una cassa quadrata di legno, sul cui fondo eran praticate cento aperture circolari disposte su 10 linee, ognuna delle quali riceveva un tubo da saggio lungo circa 10 centimetri e largo 3, il cui orlo svasato riposava sull'orlo dell'apertura circolare. In ciascun tubo fu posto una infusione organica, che alle volte fu brodo di carne, alle volte infusi e decozioni di vari frutti e foraggi. Sopra un foglio di carta furon tracciati cento cerchi, colla medesima disposizione dei tubi, in modo che ciascun cerchio avesse un tubo che gli corrispondeva, ed ogni 24 ore, durante 7 giorni, fu presa nota sul foglio e nei cerchi corrispondenti, del genere di alterazione di ciascun tubo. Il Tyndall riporta 4 disegni dello stato in cui si trovarono i tubi dopo l'esperimento, che si posson vedere nelle *Philosophical Transactions*, Part. I. 1876. Uno sguardo dato a quelle Figure ed alle spiegazioni che l'accompagnano, fa vedere la diversità dell'alterazione avvenuta nei vari tubi; ciò che dimostra che gli organismi che vi eran caduti avevano natura differente. Infatti alcuni tubi eran divenuti semplicemente albicci in modo uniforme, o erano melmosi, o con abbondante deposito; altri facevan vedere delle muffe ben distinte; in taluni il liquido era divenuto vischioso, oppure verde, mentre in pochi si era conservato perfettamente limpido e inalterato.

Se gli esperimenti del Tyndall possono dare un'idea delle varietà dei Microrganismi sospesi nell'aria, bisogna convenire che non forniscono alcuno indizio sul numero dei germi di un'atmosfera.

Processo Fodor. — Dicemmo come anche il Fodor, per raccogliere i germi atmosferici, si contentasse di esporre all'aria un tubetto da saggio con entro un liquido nutritivo. Aggiungeremo adesso che il Fodor prepara i suoi tubi nel modo seguente. Sul fondo di un tubo da saggio fa gocciolare alcuni centimetri di una soluzione pura di ittiocolla, cercando di non bagnare nè la bocca, nè le pareti interne del tubo, il quale, chiuso con tampone di ovatta, è sottoposto ai vapori dell'acqua bollente in un recipiente di rame coperto, da non aprirsi che dopo il raffreddamento. Quest'operazione, secondo il Fodor, sarebbe sufficiente a uccidere qualunque germe preesistente nel liquido, o attaccato alle pareti del tubo. I tubi così preparati si conservano, al dire dell'Autore, per molto tempo senza alterarsi, ed ogni giorno se ne può prendere uno ed esporlo direttamente all'aria, dopo aver tolto il tampone di ovatta sul luogo stesso dell'esperienza.

Processo Miquel. — Il Miquel (1) agli ordinari tubi da saggio usati dal Fodor e dal Tyndall, sostituisce un vaso di vetro conico (Fig. 6, Tav. XIV), con apertura di 1 centimetro, provvisto di un tappo esterno smerigliato. Il vaso, sterilizzato antecedentemente alla stufa, è posto sul luogo dell'esperi-

(1) *Miquel.* Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris, 1883, p. 287.

mento, e lasciato aperto per tutto il tempo che si crede necessario. L'aria vi depone naturalmente le polveri, che in virtù della forma del vaso non possono esser successivamente asportate dalle correnti d'aria. Terminato l'esperimento, il vaso vien chiuso e portato al Laboratorio, dove riceve da 30c.c. a 40c.c. di acqua sterilizzata, che si distribuisce, dopo ripetute agitazioni, in molte conserve di brodo, calcolando dal numero di quelle che si alterano, il numero dei germi che il caso ha introdotto nel recipiente esposto all'aria.

Il metodo del Miquel, che può dirsi più preciso dei metodi congeneri fino ad ora descritti, perchè susseguito dalle culture frazionate, può applicarsi a confronti sopra atmosfere in vario grado corrotte, ma offre però a comune con gli altri, il difetto di qualunque verifica sperimentale, e lascia senza indicazione alcuna sulla cifra di germi caduti nell'unità di tempo, e con un volume di aria conosciuto.

Processo Koch. — Il Koch ha immaginato un artifizio non dissimile dai precedenti pel principio su cui si fonda, avendo solamente sostituito al liquido nutritivo, che gli altri pongono in fondo al tubo da saggio, una sostanza solida, cioè una fetta di patata. Il tubo, protetto da un tampone di ovatta, è aperto sul luogo dell'esperienza, e poi diligentemente richiuso. I germi che vi son caduti nell'intervallo si sviluppano facilmente sulla patata, che è un terreno nutritivo abbastanza adatto per moltissimi Bacteri.

2. — *Recipienti ermeticamente chiusi.*

Processo Pasteur. — Il Pasteur (1) fino da 1860, e più tardi il Tyndall, raccolsero i germi dell'aria di varie regioni, entro palloncini di vetro della capacità di 200c.c. a 250c.c. pieni per 1/3 di un medesimo liquido putrescibile (acqua albuminosa, orina, ecc.). Si faceva il vuoto nei palloncini portando il liquido al bollore, e saldando nel medesimo tempo il collo precedentemenfe affilato. Rompendo la punta in un luogo determinato, l'aria ordinaria si precipitava dentro il recipiente con violenza, trascinando seco tutte le polveri sospese, e tutti i principii cogniti e'incogniti che le sono associati.

A questo metodo sono stati mossi alcuni rimproveri. Il primo, di non essere in grado di conoscere esattamente la quantità di aria introdotta nel pallone, quando se ne rompeva la punta; il secondo di operare in modo nella preparazione del recipiente, da non essere sicuri di aver distrutto ogni germe preesistente nel liquido, o aderente alle pareti del palloncino, non che di aver lasciato aperto l'ingresso a quei germi che potesse portarvi l'aria esterna, o durante il bollore, o nell'atto della saldatura al cannello.

Volendosi limitare, come hanno fatto il Pasteur, il Tyndall ed altri, a dimostrare che l'aria presa in un dato luogo è più o meno ricca di germi di quella attinta altrove, non è assolutamente necessario conoscere in *modo*

(1) *Pasteur*. Compt. Rend. Ac. Sc. t. LI, p. 349, 1860.

preciso il volume di aria introdotta in ciascuno dei palloncini, potendo bastare una cognizione approssimativa della loro capacità. Qualora però sia assolutamente indispensabile rendersi conto, fino a pochi centimetri cubi, del volume dell'aria, allora è certo che il metodo, come primitivamente fu usato dal Pasteur, riesce insufficiente.

Più grave può sembrare, ed è infatti, la seconda obiezione. Si può domandare giustamente se il pallone privato d'aria durante il bollore, contiene in realtà un liquido affatto sterile, sia perchè la temperatura di 100° C. è insufficiente ad uccidere taluno dei germi, che possono quindi riprendere la loro vitalità, in grazia di un poco di aria che resti nell'apparecchio; sia perchè, durante l'operazione della saldatura del collo in pieno bollore, sieno rientrate nel pallone piccole porzioni di aria, e con essa qualche nuovo germe.

Non insisteremo più oltre sul fatto che una temperatura di 100° non è in tutti i casi adatta a distruggere ogni germe; d'altronde quest'argomento sarà ripreso trattando dei diversi processi di sterilizzazione; ma ci fermeremo alquanto sulla possibilità che piccole porzioni di aria esterna possano rientrare nel pallone durante la sua chiusura. La saldatura dei tubi in piena ebulizzione, è cosa che per riuscire ha bisogno di pratica non comune. Il collo dei palloni deve prima di tutto aver tal diametro, da permettere che la pressione interna del vapore, possa superare quella dell'aria esterna. Questa condizione sarebbe facile ad ottenersi, se l'uscita del vapore si facesse in modo uniforme e non a scosse intermittenti, come succede. Se il condotto pel quale sorte il vapore è largo, è quasi impossibile di evitare che l'aria rientri. Sia per l'aderenza del liquido alle pareti, sia per la condensazione che avviene, la pressione interna può talvolta diventare minore dell'esterna, ed esservi perciò regurgito. Questo gioco alterno di pressione e di rarefazione, è messo in evidenza dal movimento delle gocciole del liquido che si condensa nel collo del pallone, il quale agisce come un'indice che si alza e si abbassa, a seconda delle oscillazioni della pressione. Il Tyndall è di opinione che il 10 % degli insuccessi che si ottengono nei recipienti chiusi durante il bollore, debba appunto attribuirsi alla penetrazione dell'aria esterna nel pallone.

Primo Processo dell'Autore. — Collo scopo di rimediare agli inconvenienti segnalati, senza ricusare ad un metodo di raccolta, che in molte circostanze può riuscire prezioso, tanto per le difficoltà che vengono dalla posizione topografica del luogo, quanto perchè si debbano raccogliere saggi di aria viziata, e perciò in piccole quantità, io opero nel modo seguente. Prendo un palloncino di vetro della forma che si vede rappresentata nella Fig. 2 della Tav. XIV, a collo lungo e sottile, e che può essere, a seconda dei casi, della capacità di 100c.c. a 200c.c., e ne misuro il volume per mezzo del mercurio fino ad un segno praticato nel collo. Fatta la misurazione, stiro il collo alla lampada nel punto che indica il volume misurato, e introduco nel recipiente il liquido nutritivo scelto per l'esperienza, immergendovi la punta affilata, dopo aver riscaldato alla fiamma diretta il corpo del pallone. Il liquido penetra dentro a misura che il pallone si raffredda, ed è facile sapere qual'è

la quantità di liquido introdotto. Porto allora il liquido all'ebullizione per due minuti, al *semplice scopo* di fare il vuoto, e chiudo alla lampada durante il bollore l'estremità affilata. Per distruggere poi i germi che potessero aver resistito alla temperatura dell'acqua bollente, pongo il palloncino così chiuso, in un bagno di cloruro di calcio, che porto alla temperatura di 115° a 120°, e ve lo mantengo completamente sommerso, per due o tre ore. Il recipiente così preparato, dopo essere stato lasciato per un mese a una dolce temperatura per assicurarsi della inalterabilità del liquido, è pronto per ricevere il saggio di aria, e non resta che rompere la punta affilata sul luogo dell'esperimento, e richiuderla quindi di nuovo al dardo del cannello. Adoperando il metodo ch'io propongo, se non si può calcolare fino al centimetro cubo il volume d'aria introdotto, è certo che se ne misura la quantità con sufficiente approssimazione, da bastare il più delle volte alle esigenze delle analisi. Cosa certa è che il mantenere, come io pratico, per 2 o 3 ore i palloncini alla temperatura di 115° e 120° C., assicura la perfetta distruzione di ogni germe preesistente, e questo appunto è la parte interessante della manovra descritta.

Secondo Processo dell' Autore. — Quando poi si tratti di analizzare piccole quantità di aria, che per il grado di viziamento a cui son ridotte, non debbano oltrepassare i $20^{c.c.}$ o $30^{c.c.}$, allora faccio uso di un altro apparecchio da me immaginato, che per la sua semplicità, per il suo piccolo volume e la facilità di trasportarsi; per non aver bisogno di apparecchi ausiliari a produrre l'aspirazione dell'aria, e per esser suscettibile di misurare colla massima esattezza il volume gassoso, credo possa esser destinato a rendere non piccoli servigi.

L'apparecchio consiste in semplici tubi, con pareti grosse 1 millimetro, di varia lunghezza e di vario diametro, a seconda dei casi che esigono maggiore o minore capacità; foggiati come si vede nella Fig. 1 della Tav. XIV, cioè affilati in punta sottile alle due estremità, in modo da permettere una facile e pronta saldatura al dardo del cannello. Ecco adesso come preparo l'apparecchio. Essendo tuttora aperte le due estremità affilate, immergo l'inferiore *B* nel liquido nutritivo prescelto, ed aspirando dalla apertura *A*, faccio arrivare il liquido fino a riempire quasi intieramente l'apparecchio, cioè fino al segno *o*. Allora, chiudendo *B* col dito, saldo *A* alla lampada, capovolgo il tubo e saldo del pari *B*. In questo modo il tubo è ripieno quasi per intiero del liquido di cultura, esclusa la piccola porzione fra la linea *o* e la punta affilata *A*, che resta piena di aria. Il tubo così preparato vien posto in un bagno sterilizzatore, e v'è mantenuto per maggiore precauzione durante 5 ore, alla temperatura di 120.° In tal modo son sicuro di aver distrutto ogni germe preesistente nel liquido o aderente alle pareti del tubo, il quale per maggior precauzione, potrebbe essere stato sterilizzato a 200°, avanti di riempirlo di liquido.

L'apparecchio così preparato avanti di esser posto in esperimento, viene tenuto in osservazione per circa un mese, nè viene adoperato che allorquando

siamo sicuri che il liquido è rimasto perfettamente limpido. Giunti sul luogo dell' esperienza con un tratto di lima rompo l' estremo della punta affilata *B*, dalla quale però il liquido non cola perchè il tubo è sempre chiuso superiormente. Tenendo allora sempre il tubo in posizione verticale, e al di sopra di un cilindro graduato in centimetri cubi, rompo del pari con un tratto di lima la punta affilata *A*, e lascio scolare il liquido liberamente nel sottoposto cilindro graduato, fino al toglierne il volume voluto, per esempio $15^{c.c.}$. Chiudo allora col dito l' apertura *B*, saldo al cannello la punta *A*, capovolgo l' apparecchio, e saldo del pari *B*. Colla indicata manovra, i $15^{c.c.}$ di liquido misurati esattamente ed usciti dal tubo, vi saranno sostituiti, per mezzo dell'aspirazione, da un egual volume d'aria, che resterà in contatto col liquido nutritivo, al riparo sicuro da qualunque contaminazione esterna. Con questo procedimento è facile, come si vede, introdurre nel tubo quantità di aria perfettamente misurata, variabili da $1^{c.c.}$ a $30^{c.c.}$, $50^{c.c.}$ e più, con approssimazione che può giungere fino al mezzo centimetro cubo; e tutto questo senza aver bisogno di apparecchi complicati di gorgogliamento, o di artifizi speciali di aspirazione, e con maggiore esattezza di quello che possa attendersi da qualunque altro meccanismo.

Una volta che l' aria è penetrata nel tubo, e che esso è perfettamente chiuso, onde i germi raccolti vengano a contatto il più che sia possibile col liquido nutritivo, si scuote con forza e ripetutamente il tubo, e poi si colloca nella stufa alla temperatura voluta, attendendo lo svolgimento dei germi raccolti.

Di questi tubi se ne pongono in esperimento per la medesima atmosfera da 40 a 60, e si tien nota del numero di quelli alterati nel periodo di incubazione, deducendo da questi il numero dei germi che conteneva il volume di aria complessivamente con essi raccolto. Supponiamo, per esempio, che sieno stati messi in esperimento 50 tubi, e che ognuno di essi abbia ricevuto $12^{c.c.}$ di aria, e che al termine della esperienza se ne sieno trovati alterati soli 5. Avremo per risultato finale che il volume complessivo dell' aria sottoposta all' analisi è stato di $50 \times 12^{c.c.} = 600^{c.c.}$, e che in questo volume erano contenuti 5 germi, cioè 8 sopra un litro, ovvero 8000 sopra $1.^{m.c.}$ di aria.

Come si vede, tutta la manovra necessaria per raccogliere l'aria, si eseguisce portando seco una scatola con 50 o 60 tubi già preparati, che per la loro forma occupano pochissimo spazio, nè possono facilmente rompersi; più una provetta graduata ed una eolipila. Di qui risparmio di apparecchi fragili e complicati, e tolto l' ingombro di meccanismi destinati ad aspirare e misurare l' aria, che non sempre per il loro peso e per il loro volume son facili a trasportarsi, nè che trovan sempre sul luogo dell' esperimento le condizioni necessarie per esser posti in azione (1).

---

(1) Invece di misurare il liquido che scola dal tubo per mezzo di una provetta graduata, si potrebbe adoperare tubi antecedentemente preparati, che indicassero con due segni il volume del liquido da togliersi in centimetri cubi. Ma il preparare, misurare e segnare gli apparecchi complicherebbe di non poco l'operazione, senza reale benefizio. Il tubo semplice, quale l' ho sopra descritto,

APPUNTI MOSSI AI RECIPIENTI ERMETICAMENTE CHIUSI. — Il Tyndall muove un rimprovero ai metodi che si giovano dei tubi ermeticamente chiusi al cannello, rimprovero che se può essere attendibile per alcuni degli apparecchi adoperati, non è applicabile al certo ai palloncini ed ai tubi da me proposti. Il Tyndall crede che adoperando i recipienti ermeticamente saldati, non si arrivi a poter distruggere preventivamente tutti i germi contenuti nel liquido, o nell'aria che possa esservi rimasta. « Questo metodo di sperimentare, dice il Tyndall, è lo stesso usato dallo Spallanzani e dal Needham. Esso fu in seguito applicato anche dal Wymann dell'Harvard College, mentre nel 1874 il dott. W. Roberts di Manchester, lo rifondeva completamente e lo perfezionava. Tal metodo può dar luogo a dei gravi dubbi. L'aria resta imprigionata colle sue materie sospese nei palloni saldati, in modo che il calore non deve solo distruggere i germi dell'infusione, ma anche quelli sparsi nell'atmosfera che le sovrasta. Ora, non è affatto sicuro che il calore sufficiente per distruggere le materie sospese in un liquido, agisca del pari efficacemente allorquando i germi sono sparsi in un gas o in un vapore. Per conseguenza questa causa di errore esiste nelle esperienze del Wymann e del Roberts, come esisteva in quelle dello Spallanzani e del Needham; e ciò impedisce di riconoscere il limite esatto di resistenza delle infusioni. In conclusione, tali operazioni non sono in grado di indicare con certezza la temperatura alla quale una soluzione è sterilizzata, perchè i germi che oppongono una resistenza alla sterilizzazione, possono non appartenere all'infusione, ma sibbene all'aria ambiente (1). »

Questi inconvenienti, che secondo il Tyndall, si verificano nei tubi ermeticamente chiusi, non sono da referirsi alla causa da lui additata, ma sibbene, a parer mio, all'insufficiente riscaldamento, a cui furon sottoposti i liquidi in tutte le esperienze del Tyndall, ed in quelle dello Spallanzani, del Needham, del Wymann e del Roberts. Infatti la temperatura in questi casi non oltrepassò mai la temperatura dell'acqua bollente, e noi sappiamo già che esistono dei germi di Bacteri, i quali resistono a questo calore. Non è possibile, come crede il Tyndall, che l'aria dell'apparecchio non debba risentire la medesima temperatura a cui è sottoposto il liquido, se specialmente si scaldi per un certo tempo, e quando l'aria, come deve succedere, sia pregna di umidità per i vapori che si svolgono dall'infusione.

Tuttavia, volendo tener conto anche dell'obiezione del Tyndall, potremo, come io pratico e come consiglio di fare, dopochè il palloncino o il tubo è chiuso, e avanti di sottoporlo alla temperatura che deve sterilizzarlo, scuoterlo violentemente in modo da porre l'aria a ripetuti contatti col liquido. In questo modo i germi che potessero esser sospesi nell'aria confinata dell'apparecchio, si raccoglieranno tutti nel liquido, ed allora, usando non già il calore dell'acqua

---

può esser facilmente usato per successive esperienze, solo che venga di nuovo affilato alle due estremità. In questo caso il ridurlo a più piccole dimensioni non altera l'esattezza dell'esperimento, quando si preferisca per misurare il liquido il cilindro graduato; cosa non possibile adottando la graduazione sullo stesso tubo, che dovrebbe ripetersi ogni volta che venisse ridotto a minori proporzioni.

(1) *Tyndal.* Les Microbes. Paris, 1882, p. 205.

bollente, come fa il Tyndall e come fece il Wymann, ma sibbene temperature superiori a 100° C., e protraendo il riscaldamento per 3 o 4 ore, potremo esser sicuri che qualunque germe resterà infallibilmente ucciso.

Forse un inconveniente che potrebbe con qualche ragione esser mosso ai tubi ermeticamente chiusi, è che gli intorbidamenti che stanno a rappresentare l'alterazione avvenuta, e per conseguenza la moltiplicazione dei germi primitivamente raccolti, a parità di circostanze si producono in misura più piccola che negli altri apparecchi, in cui l'aria esterna può liberamente circolare. Nei tubi chiusi l'intorbidamento può accennarsi sul principio, ma quindi può arrestarsi, e in seguito la materia sospesa raccogliersi in fondo al vaso in deposito così tenue, da sfuggire anche all'osservazione. La differenza che si nota fra l'intensità degli intorbidamenti che succedono nei tubi chiusi, e nei tubi aperti, ma protetti da un tampone filtrante, può essere spiegata ammettendo che nei primi la vita è fuggitiva e temporaria, e dura finchè dura l'ossigeno dell'aria imprigionata che deve sostenerla; mentre nei secondi, potendo l'aria liberamente circolare e rinnovarsi, vi apporta la quantità di gas necessaria, perchè la vita si prolunghi e si svolga in quella misura, da rendersi palese coi successivi intorbidamenti.

B. — Apparecchi a corrente d'aria.

Gli apparecchi fin qui descritti servono nei casi in cui la quantità di aria da raccogliersi debba esser piuttosto piccola. Difatti, anche adoperando palloncini di 200$^{c.c.}$, ammesso che la metà del loro volume debba essere occupato dal liquido, e che se ne impieghino pure una sessantina, non si può raccogliere tutt'al più che 6 o 7 litri di aria. Ora, quando si tratti di esaminare atmosfere più pure, come quelle dell'aperta campagna, dei monti o del mare, è necessario di operare su molti litri di aria; nè potendo in tal caso portarsi dietro una grande quantità di apparecchi, bisogna ricorrere al gorgogliamento dell'aria attraverso tubi o palloncini, che contengano la infusione organica, oppure adottare la filtrazione continuata a traverso tamponi di amianto o di cotone.

1. — *Apparecchi a gorgogliamento.*

Apparecchio Schönauer. — Uno dei primi apparecchi per il gorgogliamento, fu quello adoperato dallo Schönauer (1) all'Osservatorio di Montsouris fino dal 1876. Esso consiste in un tubo da saggio chiuso superiormente da un tappo spalmato di paraffina, con due fori, l'uno traversato da un tubo gomitato chiuso da un pezzetto di caoutchouc al solfuro di antimonio, l'altro da un tubo capillare per due volte ripiegato su sè stesso, che finisce superior-

(1) *Schönauer.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1877, p. 483.

mente con un imbuto, ripieno di cotone cardato sterilizzato. Tutto l'apparecchio è scaldato in un bagno di paraffina fino al bollore del liquido, che riempie per un terzo il tubo da saggio, e quindi, avanti di essere adoperato, è tenuto in osservazione per 15 o 20 giorni. Quando si vuole eseguire una presa di aria, si mette in comunicazione l'imbuto del tubo piegato con un aspiratore, avendo cura di aprire l'altro tubo, e di richiuderlo una volta che è passato nell'apparecchio il volume di aria voluto. Lo Schönauer adoperò specialmente questi tubi nell'analisi dell'aria dei vari quartieri di Parigi. Bisogna però confessare, che sia per il modo con cui son fatte le chiusure, sia per le altre disposizioni dell'apparecchio, il metodo dello Schönauer lascia non poco a desiderare.

Apparecchio Miquel. — Molto migliore è l'apparecchio che il Miquel, dopo vari tentativi, è riuscito a costruire. Non trovando egli abbastanza esatto, nè scevro da pericolo, il metodo dei palloncini ermeticamente chiusi, immaginato dal Pasteur fino dal 1878, presentava alla Società Chimica di Parigi (1) un apparecchio, al quale più tardi ha fatto diverse modificazioni suggerite dalla pratica giornaliera. L'apparecchio del Miquel è rappresentato dalla Fig. 3 della Tav. XIV. Esso consiste in una palla *b*, della capacità di $56^{c.c.}$, gonfiata sull'asse di un tubo di vetro, la cui branca inferiore è ricurva ad S, e la superiore, flessa leggermente, ha una strozzatura, alla quale di sopra e di sotto si adattano due tamponi (*c* e *d*) di amianto o di cotone di vetro. L'apparecchio reso sterile in antecedenza, riceve circa $20^{c.c.}$ di un liquido putrescibile sterilizzato, introdotto nel modo che in appresso diremo, e quindi è abbandonato per un mese alla stufa. Se dopo questo tempo il liquido si conservò perfettamente limpido, allora può esser destinato all'esperimento, che si fa in questo modo. L'apparecchio portato sul luogo, è mantenuto all'altezza voluta mediante un sostegno, e collocato in modo che la branca superiore *c f*, faccia coll'orizzonte un angolo di circa 25°, e che la punta affilata *a* guardi in alto. L'estremità *f* dell'apparecchio è collegata, mediante un tubo di gomma, coll'Aspiratore. Allora, dopo avere scaldato la punta *a*, la si rompe con una pinzetta arroventata, ed aperta la chiavetta dell'Aspiratore, ci si allontana a una certa distanza. Passata la quantità di aria voluta, si chiude la comunicazione dell'Aspiratore, si salda al cannello la punta *a*, si bagna col liquido il tampone *c*, e soffiando bruscamente dall'apertura *f*, si proietta nell'interno della palla. Inclinando allora l'apparecchio in modo che la punta *a* guardi in basso, per mezzo di piccole scosse, si fa in modo da cacciar via tutta l'aria rimasta nel tubo ad S, e di sostituirla col liquido fino a contatto della punta saldata. Non uno dei germi sfugge in questo modo al liquido nutritivo. Terminate le manipolazioni descritte, l'apparecchio è collocato nella stufa, ed è sorvegliato per vedere se, e quando, ha luogo l'alterazione del liquido.

---

(1) *Miquel.* Bull. Soc. Chim. de Paris, t. XXIX, p. 397. 1878.

Il Miquel, mentre riconosce la poca stabilità del suo apparecchio, ed aggiungo io, la forma non troppo comoda pel trasporto, fa osservare che la disposizione particolare della parte ricurva ad S, offre il benefizio di render facilmente riconoscibili le alterazioni del liquido; inquantochè il deposito, per quanto piccolo, si accumula di preferenza nella porzione curva del tubo ad S, dove può esser facilmente scoperto, e da dove si può con altrettanta facilità togliere, separando con un tratto di lima il tubo dal resto dell' apparecchio. Il Miquel aggiunge che ciascun tubo può servire 6 volte, avanti di esser posto fuori di uso (1).

La introduzione del liquido nell'apparecchio si fa nella seguente maniera. Una volta che il tubo a bolla è stato sterilizzato ad un calore di 200° C., si prende il recipiente o matraccio che contiene il liquido di cultura del pari sterilizzato (2), e si apre con un tratto di lima o col carbone, tagliandogli il collo più basso che sia possibile. Inclinando allora il matraccio, in modo che il liquido venga a lambire l' orlo dell'apertura, vi si immerge prontamente la punta affilata *a* del tubo a bolla, previamente rotta, e si aspira dall'altra estremità *f*, come si farebbe con una pipetta, fino a che la bolla non sia piena a metà; dopo di che si salda di nuovo al cannello la punta affilata. Durante questa manovra, dice il Miquel, resta aperta una sola via ai germi dell'aria. A misura che il matraccio si vuota, l'atmosfera vi si introduce lentamente, e trascina seco qualche germe che si deposita alla superficie del liquido. Nonostante questo, aggiunge il Miquel, quando si abbia acquistato la pratica necessaria in queste manipolazioni, si arriva a non avere che circa il 5 per cento di insuccessi, i quali però non hanno influenza che sul lato economico, perocchè tenendo in osservazione gli apparecchi, una volta empiti, per 1 a 2 mesi, si ha sempre il modo, avanti di destinarli all'esperimento, di scartare quelli che si fossero alterati.

Apparecchio dell'Autore. — Allo scopo precipuo di semplificare le operazioni di sterilizzazione, e la riempitura dei tubi, che necessita la manovra indicata dal Miquel, ed anche per rendere l'apparecchio più comodo e meno

(1) La possibilità di adoperare fino a 6 volte il medesimo apparecchio, che costa primitivamente 40 centesimi, riduce il prezzo a 7 centesimi circa per ogni esperimento. Ecco d' altronde il calcolo che fa lo stesso Miquel sul costo di 18,000 tubi da lui posti in esperimento durante l'anno 1882 nell'Osservatorio di Montsouris:

Acquisto di N.° 3200 tubi a L. 0,40 il pezzo	L.	1280
Mano d'opera (preparazione dei tubi, sterilizzazione)	»	900
Cotone di vetro	»	180
360 litri di brodo di bove (ossia 90 chil. di carne a L. 3 il chil.) compreso le manipolazioni per la sua preparazione	»	490
N.° 600 palloni per sterilizzazione di 750 c.c. (a L. 0,45 il pezzo) e manipolazioni per prepararli e riempirli	»	650
Riempimento di N.° 18,000 tubi	»	450
1600 m.c. di gas da illuminazione a L. 0,15 il metro cubo	»	240
Consumo e pèrdite	»	120
	L.	4310

(2) Vedi Parte IV, Libro II, Cap. VII, § 2.

fragile, e per allontanare il caso di contaminazione successiva prodotta dall'aria esterna, ho immaginato il seguente apparecchio, e la manovra che appresso. Anzichè dar mano a tutte le operazioni di sterilizzazione che eseguisce il Miquel, sia col calore, sia colla filtrazione, in recipienti separati, e riempir quindi coi liquidi di questi ultimi i tubi a bolle, io preferisco sterilizzare il liquido nutritivo nell'apparecchio stesso che deve servire al gorgogliamento dell'aria, e una volta terminata l'esperienza, chiudere ermeticamente alla lampada ogni comunicazione coll'aria esterna.

Il tubo a bolla che a questo scopo propongo è disegnato nella Fig. 7 della Tav. XIV. Il rigonfiamento *A*, della capacità di 40$^{c.c.}$, invece di esser sferico, come nell'apparecchio del Miquel, è cilindrico, onde occupi minor posto, e termina superiormente e inferiormente con due tubi. Il tubo superiore, *b*, è diritto e finisce in punta, *m*. L'altro, *c*, si ripiega quasi subito ad *U*, si rialza verticalmente, addossandosi al rigonfiamento *A*, per rendersi meno fragile e per dare all' apparecchio una forma più raccolta, e finisce esso pure in punta affilata, *n*. Essendo tuttora aperte le due estremità *m* ed *n*, riempio il tubo fin circa a metà col liquido nutritivo, immergendovi *m*, ed aspirando da *n* per mezzo di tubo di gomma, e quindi, chiuse al cannello ambedue le aperture, sbatto con forza il liquido per mescolarlo coll'aria rimasta nell'apparecchio, onde raccogliere qualunque germe che potesse contenere. Ciascun tubo così preparato, vien collocato per 3 o 4 ore in un bagno a 120° C., e quindi lasciato in osservazione per un mese o un mese e mezzo. Quando si tratta di eseguire la raccolta dell'aria, pongo verticalmente l'apparecchio, rompo le due punte affilate *m* ed *n*, unisco *m* colla sorgente di aspirazione, faccio passare la corrente di aria che gorgoglia a traverso il liquido, e quindi, finito l'esperimento, saldo al cannello le punte *m* ed *n*.

Con questo metodo la sterilizzazione del liquido nutritivo, il gorgogliamento dell'aria, e la incubazione dei germi raccolti, si fa nel medesimo apparecchio, ciò che semplifica di gran lunga l'esperimento e lo rende più sicuro. La chiusura ermetica del tubo, se può avere l'inconveniente di limitare la quantità di aria necessaria ad una abbondante vegetazione, ha il benefizio di escludere assolutamente qualunque germe che vi potesse introdurre l'aria esterna. D'altronde, siccome in questi casi non si esige una vera e propria cultura, ma sibbene basta ottenere la dimostrazione che nell'aria fatta passare a traverso l'apparecchio vi era qualche germe, la circolazione e il rinnovamento dell'aria non è cosa di prima importanza, come si richiede quando si deve coltivare una specie di Bacteri.

2. — *Apparecchi a tamponi filtranti.*

Taluni, in certe speciali circostanze, hanno preferito di raccogliere i germi dell'aria, arrestandoli colla filtrazione a traverso tamponi di ovatta, di amianto, o di vetro filato, e praticar quindi su questi tamponi tutte le successive operazioni proprie a contare il numero dei germi.

Processo Fodor. — Il Fodor (1) al metodo da lui generalmente preferito, di esporre cioè all'aria dei tubi da saggio aperti, lasciando che in essi vi cadano spontaneamente i germi sospesi nell'atmosfera, ha sostituito talvolta il metodo della filtrazione a traverso tamponi. In questi casi fa passare durante lo spazio di 10 giorni a traverso l'ovatta, precedentemente sterilizzata, una corrente di aria per mezzo di un Aspiratore, e quindi, diviso in due parti uguali il tampone che è rimasto carico di germi, mette ciascuna in un tubo da saggio in presenza di una soluzione di ittiocolla, copre l'apertura del tubo con ovatta sterilizzata, e colloca il tutto nella stufa alla temperatura di 30° a 35°.

Questo modo di operare, come lo propone il Fodor, prolunga di troppo l'esperimento, e non fraziona poi convenevolmente il Pulviscolo raccolto in così lungo periodo di tempo.

Processo Freudenreich e Miquel. — Con molta maggiore esattezza e con più sicuro metodo, esperimentavano il Freudenreich ed il Miquel (2) nelle loro interessanti investigazioni, fatte sulle montagne della Svizzera nei pressi del Lago di Thun, cioè ad altezze ed in luoghi dove non fu creduto utilmente applicabile un apparecchio a gorgogliamento.

L'esperienza fu preparata nel modo seguente. Fu preso un tubo di vetro lungo circa 10 a 12 centimetri, e del calibro interno di 5 a 6 millimetri, e che da un lato terminava in punta affilata (Fig. 1, Tav. XV). I due tamponi di vetro filato, *A* e *B*, eran destinati a trattenere le polveri atmosferiche, il terzo tampone *C* serviva solo a garantire gli altri due dai casi fortuiti di infezione. I germi aerei eran trattenuti tutti nel primo tampone *A*, ed era eccezione se qualcuno poteva passare fino al tampone *B*. Il Miquel sopra 80 esperienze, non vide verificarsi questo caso che una sol volta. L'apparecchio così disposto, era collocato per qualche ora alla temperatura di 220° a 300°, dopo averne saldata in precedenza la punta affilata. Il tubo veniva collocato sul luogo dell'esperienza, fissandolo alla estremità di un bastone confitto nel suolo, in modo che la punta affilata fosse rivolta dal lato del vento e obliquamente in alto. L'altra estremità del tubo era posta in comunicazione, mediante un tubo di caoutchouc, con una pompa a mano, che a ciascun colpo di stantuffo aspirava 1 litro di aria. La punta capillare del tubo, arroventata prima coll'eolipila, era rotta con una pinzetta di acciaio fortemente scaldata, e allora si cominciava a manovrare lentamente la pompa. Terminata l'esperienza, si saldava di nuovo la punta affilata, ed il tubo era serbato per le manipolazioni di Laboratorio. Il tampone filtrante, tolto dal tubo, era posto in 30c.c. o 40c.c. di acqua sterilizzata, agitando a più riprese e triturando con una bacchetta di vetro. L'amianto ed il vetro filato si prestano molto bene a questa triturazione, essendo l'uno e l'altro abbastanza friabili; ed infatti in pochi minuti il tampone resta emulsionato nell'acqua. Agitando allora fortemente il liquido,

(1) *Fodor*. Loc. cit. p. 101.
(2) Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1884, p. 533.

in modo da spandervi uniformemente le particelle del tampone disfatto, si distribuisce per porzioni uguali in 10, 30, 40 o più conserve di brodo di carne o di altro liquido nutritivo, entro gli apparecchi a bolle già menzionati, o in altri recipienti adatti alle successive culture. La quantità di aria aspirata dal Freudenreich in ciascuno esperimento variò da 100, 400 e 1000 litri.

Processo dell'Autore. — Al processo del Miquel e del Freudenreich che abbiam descritto, io ho fatto alcune modificazioni, che ho trovate utilissime nelle mie raccolte dei Bacteri dell'aria del mare e della campagna; cioè quando l'esperimento doveva praticarsi in quelle particolari condizioni, che reclamano l'uso della mia pompa mossa dall'elettricità.

Come apparecchio collettore in questi casi mi servo anch'io di un tubo con tampone filtrante di amianto o di vetro filato, essendo impossibile portare in giro i gorgogliatori con liquidi, tanto per la difficoltà e l'ingombro nel trasporto, quanto più che mai per la necessità di dover conservare i saggi raccolti per lungo tempo, e in condizioni tali che i germi rimasti nel tampone non si sviluppino, e dian luogo ad una proliferazione, che renderebbe impossibile qualunque ricerca statistica sul numero dei Microrganismi raccolti.

L'apparecchio collettore è un tubo di vetro, lungo circa 8 centimetri e del diametro interno di 5 a 6 millimetri. Scelto un pezzo di canna di vetro del calibro accennato, ne stiro una estremità in punta che saldo al cannello, e a contatto della punta introduco nel tubo un tampone di vetro filato, per una lunghezza di 2 a 3 centimetri. Ciò fatto, a 5 centimetri dal tampone, stiro al cannello il tubo in modo da produrvi una forte e lunga strozzatura, al di sopra della quale introduco un secondo tampone, al solo scopo di proteggere temporaneamente dalla infezione dell'aria esterna il primo tampone, che è quello destinato a trattenere i corpuscoli dell'atmosfera.

Il tubo così disposto, che ha la forma rappresentata dalla Fig. 4 della Tav. XIV, vien mantenuto nella stufa a 200° per circa 2 ore. Durante il riscaldamento, l'aria dilatata dell'interno del tubo può uscire liberamente a traverso il tampone protettore, e quando è tolto il fuoco, può rientrarvi, spogliandosi nel medesimo tampone di ogni impurità. Allorchè il tubo è completamente raffreddato, fondo alla fiamma del cannello la strozzatura, in modo da staccare la parte che contiene il tampone protettore, e da aver saldato anche la punta affilata che ne resulta. Il tubo prende allora la forma indicata dalla Fig. 5 della Tav. XIV, e in questo modo si conserva indefinitamente al riparo da qualunque infezione.

Quando si vuol fare una raccolta, si rompono le due punte affilate, si fa passare la corrente di aria in modo che penetri nel tubo dalla parte che corrisponde al tampone, e finita l'esperienza, si saldano le due punte, e si conserva il tubo per le successive prove da farsi in Laboratorio.

A questo punto si potrebbe far ciò che fece il Miquel per i saggi raccolti dal Freudenreich sulle Alpi, e dal Moreau sul mare, cioè disfare e stemperare il tampone nell'acqua sterilizzata, e poi distribuir questa per porzioni uguali in 20 o 30 conserve nutritive, calcolando il numero dei germi raccolti,

dal numero delle conserve alterate. Però siccome queste culture frazionate riescono sempre lunghe e complicate, così mi pare che una volta ottenuta la raccolta dei germi aerei nel tampone, si possa procedere alla loro numerazione con un processo molto più semplice, cioè stemperando sempre nell'acqua il tampone filtrante, ma invece di distribuire quest'acqua nelle conserve nutritive, trattarla nel modo che il Miquel propone di fare per la valutazione dei Bacteri nelle acque potabili.

Infatti il Miquel nell'Annuario di Montsouris del 1885, indica un metodo semplice, elegantissimo ed efficace per numerare i corpuscoli organizzati contenuti in un' acqua. L'apparecchio è una provetta con piede (Fig. 6, Tav. XV), coperta da un tappo a cappuccio, tubulato e smerigliato, dove si pigia un poco di cotone appena imbevuto di acqua. Dalla tubulatura del cappuccio si introduce, a traverso il tampone, un filo di platino curvo ad uncino, dove si attacca una striscia di carta spalmata di gelatina sulle due faccie (1). L' apparecchio così disposto è sterilizzato a 110° in autoclave, e al momento dell'analisi vien tarato sulla bilancia fino al milligrammo. Si toglie allora rapidamente il tappo a cui è attaccata la carta gelatinata, e la si immerge per un minuto o due nell' acqua da analizzare. Rimessa nella provetta la carta, si pesa di nuovo il tutto, e l'aumento di peso sta a indicare la quantità di acqua assorbita dalla gelatina. I germi che vi restano aderenti non tardano a svilupparsi in colonie ben distinte, che si possono quindi facilmente riconoscere e contare, specialmente adottando la colorazione col solfato di indigotina, proposta dallo stesso Miquel (2). Onde impedire che qualche goccia di acqua, colando dalla carta, possa perdersi sul fondo del vaso, l'Autore del processo ha l'abitudine, avanti di introdurre la striscia di carta nella provetta, di toccarne la superficie con un pezzetto di cartone di amianto sterilizzato, che assorbe istantaneamente l'acqua eccedente. Questo metodo, ripeto, è di una semplicità tale e di un'eleganza, che si raccomanda da sè stesso, in tutti quei casi in cui si abbia da valutare il numero dei Bacteri contenuti in un'acqua. È perciò che ho creduto di non poter fare cosa migliore, che applicarlo alla numerazione dei Bacteri in quelle acque, dove sieno stati stemperati i tamponi, che coi processi sopra descritti, han servito alla filtrazione dell'aria.

Da tutto quello che abbiamo fin qui esposto sui diversi modi di raccogliere e valutare i Bacteri sospesi nell'aria, resulta che la raccolta e l'esame successivo possono essere fatti, sia ricevendo le polveri aeree che cadono liberamente e pel proprio peso entro tubi aperti, contenenti un liquido nutritivo; sia ponendo una data quantità di aria entro apparecchi ermeticamente chiusi, a contatto con una soluzione nutritiva; sia facendo gorgogliare volumi cogniti di aria a traverso un liquido in apparecchi speciali; sia finalmente filtrando l'aria a traverso tamponi di amianto o di vetro filato.

---

(1) Per la preparazione di questa carta vedi Parte IV, Libro II, Cap. II, § 4.°
(2) Vedi Parte IV, Libro II, Cap. V, B. 3.

Se l'esperienza è fatta col semplice intendimento di un esame qualitativo, tutti i metodi fin qui descritti possono essere, se non ugualmente buoni, ugualmente applicabili; ma se allo studio delle proprietà morfologiche e biologiche degli organismi raccolti, si voglia far succedere la cognizione esatta del loro numero sopra un dato volume di aria, e in una data unità di tempo, allora non tutti i metodi si prestano ugualmente bene, e debbono preferirsi quelli del gorgogliamento, quelli dei palloncini o tubi chiusi, oppure gli altri coi tamponi filtranti.

Fatta eccezione per il metodo della filtrazione a traverso tamponi, come io l'ho proposto e modificato, per tutti gli altri metodi occorre eseguire le culture frazionate, cioè dividere in una serie di conserve nutritive i germi raccolti; porre queste conserve a temperatuture favorevoli al loro sviluppo; esaminare dopo un certo tempo quali e quante ne sieno alterate, e dal numero di queste giudicare della proporzione dei germi contenuti nel volume di aria aspirato, e ricondurre i resultati all'unità, cioè al litro o al metro cubo.

Giova ripeter qui ciò che altrove accennammo, cioè che per eseguire con qualche resultato tal genere di indagini, occorre avere in antecedenza un'idea approssimativa del grado di alterazione dell'aria che ci proponiamo di analizzare; ciò che si ottiene eseguendo qualche saggio preliminare, che serva nelle esperienze successive a render proporzionale la quantità di aria, che deve gorgogliare in ciascuno apparecchio, colla sua potenza infettante. Se l'aria infatti era di un'estrema purezza, e se la quantità introdotta in ciascuno apparecchio fosse stata ben piccola, potrebbe succedere che delle 50 o 60 conserve poste in prova, nemmeno una riuscisse alterata; ciò che invece sarebbe probabilmente accaduto, quando si fosse fatto gorgogliare in ciascuna conserva un volume di aria doppio o triplo, oppure, ciò che avrebbe condotto al medesimo resultato, se invece di 50 o 60 conserve nutritive, si fosse sperimentato su 100 o 200. Ora, siccome riuscirebbe operazione estremamente lunga e laboriosa, per non dire impossibile, mettere in prova in ciascuno esperimento un numero tanto grande di apparecchi, così, guidati dal saggio preliminare, val meglio introdurre in ciascuno dei 50 apparecchi un maggior volume di aria, tanto che basti a rendere alterate il terzo o la metà delle conserve, ma non mai più dei due terzi.

Il caso contrario a quello contemplato, cioè un eccessivo e straordinario viziamento dell'atmosfera, potrebbe indurre l'alterazione di tutte le conserve provate, ed allora dovremo ridurre il volume dell' aria per ciascuno apparecchio, fino a che non si abbia presso a poco la proporzione voluta fra i liquidi alterati e quelli intatti.

3. — *Metodo della gelatina rappresa.*

I metodi fin qui descritti son quelli generalmente usati dagli autori che si occupano in particolar modo di raccogliere e numerare i Bacteri contenuti in un dato volume di aria. Bisogna però convenire che per raggiungere lo scopo, riesce sempre complicato, lungo ed anche dispendioso, l'essere

obbligati con la maggior parte di questi metodi, ad eccezione di quello mio con i tamponi filtranti, di porre in esperimento un numero non indifferente di conserve nutritive, che occupano molti apparecchi e spazio non piccolo.

Processo tedesco. — Ultimamente in Germania per raccogliere e contare i Bacteri atmosferici, fu proposto un metodo (1) che consiste a far passare una corrente di aria, a traverso un tubo di vetro lungo $0^m,50$ e del calibro di $0^m,03$, spalmato internamente di gelatina peptonizzata, e ridotto dall' Hesse ad apparecchio portatile, montandolo sopra una specie di cavalletto a tre piedi. Questo metodo però presenta, a mio parere, molte e gravi cause di errore. Non posso fare a meno di osservare innanzi tutto, che i germi trasportati dalla corrente di aria che passa nel tubo, non saranno tutti arrestati dalla gelatina, la quale tratterrà solo quelli degli strati della colonna d' aria che sono a contatto colle pareti del tubo, e non avrà azione su quelli che passano al centro della corrente. Perchè un'atmosfera possa spogliarsi completamente dei corpuscoli che vi stan sospesi, occorre che il getto d' aria sia diviso in sottilissimi fili, e che sieno moltiplicati il più possibile i contatti fra l'aria e le sostanze destinate a trattenere le particelle sospese. Per esperienze da me eseguite con gorgogliatori suscettibili di assicurare il maggior contatto possibile fra l'aria e un liquido, e a questo scopo prescelsi l'apparecchio da me immaginato (2), ho potuto convincermi che un primo gorgogliamento, anche se oltremodo frazionato, non è mai bastevole a trattenere tutte le particelle sospese dell' aria, perchè ne trovavo sempre alcune in un secondo gorgogliatore, posto di seguito al primo. Per conseguenza, se l'aria fatta gorgogliare a traverso 20 piccolissimi fori e in una colonna di liquido alta 8 centimetri, non abbandonava completamente tutti i suoi corpuscoli, a più forte ragione potremo concludere che essa dovrà conservarne sempre un buon numero, fatta passare semplicemente in un tubo, abbia pur questo le pareti spalmate di una sostanza vischiosa, e sia pure di piccolo calibro.

Usando dunque, come apparecchio collettore, il tubo gelatinato raccomandato dagli autori tedeschi, si ha un primo e gravissimo inconveniente, quello cioè che buona parte dei germi sfuggono alla raccolta, e per conseguenza quelli che rimangono aderenti al tubo, non rapresentano il numero totale dei Bacteri contenuti nel volume di aria analizzato. Nè questo è il solo rimprovero che si merita il metodo tedesco, perchè altri inconvenienti, e non piccoli, possono essere rammentati. I germi che l'aria abbandona sulle pareti del tubo, non vi si fissano in modo così uniforme e regolare, relativamente alla superficie gelatinata, da lasciare a ciascuno di essi un'area circostante libera e sufficiente, per svilupparsi in colonia distinta e separata. Bene spesso diversi germi di Bacteri si sviluppano gli uni così vicini agli

---

(1) Mittheilungen aus dem K. Gesundheitsamte. Bd. II, Februar, 1884.

(2) Vedi p. 301, e Fig. 5, Tav. XIII.

altri, che non è più possibile distinguere se una colonia fu il prodotto di uno o più germi; oppure, come spesso succede, si mescolano spore di Muffe e germi di Bacteri, e lo sviluppo eccessivo delle prime, nasconde e soffoca la presenza dei secondi. Se il tubo gelatinato, dopo la raccolta, vien posto in condizioni di temperatura favorevole allo sviluppo dei germi, la vegetazione può farsi così rapida e rigogliosa, da rendere difficile e impossibile la numerazione dei semi primitivamente raccolti; sia perchè le colonie bacteriche si svilupparono confusamente e sovrapposte, sia perchè le Muffe hanno preso il predominio, sia infine perchè una specie, più precoce delle altre, ha già fruttificato e sparso sulla gelatina nuovi semi, dando luogo a generazioni secondarie, che possono invece esser contate come provenienti da germi primitivi. Se poi, per rimediare a questo difetto, si lasci il tubo, come si pratica in Germania, esposto alla temperatura ordinaria del Laboratorio, in modo che la vegetazione stenti a comparire, e si faccia meno forzata, allora v'è il caso di protrarre indefinitamente lo sviluppo di molti germi tardivi, che bene spesso per germogliare richiedono una incubazione di 10, 15, 20 giorni e più (1).

Processo dell'Autore. — A rimediare alla eccessiva lunghezza ed alla difficoltà delle manipolazioni, alla spesa ed all'ingombro di locali, che portan seco le culture frazionate eseguite nei liquidi; e d'altra parte per non incorrere nei gravi inconvenienti che ha il metodo tedesco sopra descritto, mi sembra che, almeno in condizioni speciali, a tutti questi metodi potrebbe utilmente essere sostituito il metodo che son per proporre, il quale,eseguito con tutte le precauzioni necessarie, può condurre ad altrettanti buoni resultati, ma che in ogni modo ha il benefizio di esser molto più semplice e più spedito degli altri. Il metodo ha per base la miscela di un liquido, ove abbia gorgogliato un volume cognito di aria, ad una soluzione fluida di gelatina, che poi si fa solidificare.

Noi sappiamo, e di questo ritorneremo a dire più tardi (2), che la maggior parte degli autori nella cultura dei Bacteri allo stato di purezza, presentemente preferiscono i mezzi nutritivi solidi o semisolidi, e più particolarmente la gelatina rappresa. Tenuto conto del modo particolare con cui i Bacteri si comportano nella gelatina rappresa, di svilupparsi cioè in altrettante colonie distinte e separate, quanti sono i germi e gli individui adulti che vi furono seminati, mi sembra che tale proprietà possa utilmente essere sfruttata, per l'esame ed anche per la statistica dei germi raccolti in un liquido, e per conseguenza, si possa anche facilmente giungere a numerare i Bacteri contenuti in un dato volume di aria.

Supponiamo, a mo' di esempio, di avere 1$^{c.c.}$ di liquido che contenga 10 germi di Bacteri, e mescoliamolo a 10$^{c.c.}$ di gelatina fluida, e che poi getteremo sopra una lastra di vetro, facendola rapprendere per mezzo del

(1) Vedasi a questo proposito ciò che sta scritto al Cap. VIII. § 1° (Parte IV, Libro II).
(2) Vedi Cap. X, § 1° (Parte IV, Libro II).

ghiaccio. I dieci germi contenuti primitivamente nel centimetro cubo del liquido, verranno in tal modo distribuiti equabilmente e sparsi a distanza in tutta la lastra di gelatina, ed ognuno di essi diverrà ceppo di una famiglia o colonia, apprezzabile ben presto anche ad occhio nudo, grossa nei primi tempi come un capo di spillo, quindi come un pisello e più, suscettibile di essere veduta al microscopio, anche con deboli ingrandimenti, per mettere in evidenza più i caratteri della colonia, che le forme dei singoli individui. Dimostrato così che possiamo numerare i germi dei Bacteri contenuti in un dato liquido, mescolandolo a della gelatina nutritiva, e contando poi le colonie che vi si sono sviluppate, nulla impedisce di far gorgogliare prima una data quantità d' aria in piccolo volume di un liquido qualunque, che può esser benissimo del brodo di carne, e poi, tenuto esatto conto del volume di aria passata a traverso il liquido, mescolar questo o tutto, o per porzioni esattamente calcolate, a della gelatina nel modo che abbiamo accennato. Quante saranno le colonie sviluppate, tanti saranno i germi contenuti nella porzione di liquido adoperato, e per conseguenza con un semplice calcolo di proporzione, sapremo quale sarà il numero dei germi di tutto liquido, o ciò che è lo stesso, quale il numero di quelli appartenenti al volume di aria che vi ha gorgogliato. Supponiamo infatti di aver fatto passare 800 litri di aria, durante 24 ore, a traverso $100^{c.c.}$ di brodo. Se dopo aver ripetutamente agitato il liquido, ne prendiamo $1^{c.c.}$, questo conterrà certo $\frac{1}{100}$ dei germi degli 800 litri di aria, che son rimasti nei $100^{c.c.}$ di liquido. Mescolando il centimetro cubo così prelevato a della gelatina nel modo anzidetto, se in capo a qualche giorno vedremo svilupparsi 6 colonie di Bacteri, ciò vorrà dire che gli 800 litri di aria ne contenevano $6 \times 100 = 600$, ossia 750 su 1000 litri di aria.

Il metodo ch' io propongo, oltre il beneficio di semplificare l' esperimento, risparmiando i singoli gorgogliamenti dell' aria a traverso 50 o 60 conserve nutritive, oltre a rendere più spedite le operazioni successive, diminuire la spesa di apparecchi, e ridurre a minime proporzioni l' ingombro di locali, ha il vantaggio capitale di rendere più visibili e più apprezzabili le eventuali alterazioni, che accadono nel mezzo nutritivo. Infatti la colonia che si sviluppa in un terreno semisolido, come la gelatina, cresce e si allarga formata dallo stipamento degli individui che la compongono, restando pur tuttavia raccolta in nucleo unico, che si può facilmente scorgere anche ad occhio nudo. Dato pure il caso che lo sviluppo avvenga in modo stentato e meschino, la colonia si appaleserà sempre evidente ed apprezzabile; mentre l' intorbidamento di un liquido dovuto a quel medesimo numero di individui, ma che invece di esser riuniti in colonia, fossero sparsi in tutto il liquido, potrebbe passare inosservato in grazia della sua tenuità.

L' unica difficoltà che presenterebbe questa maniera di sperimentare, è quella di trovare il modo per difendersi, durante le manipolazioni e dopo, dai germi dell' aria circumanbiente; difficoltà non sempre facile a vincersi, visto le molte e delicate operazioni da eseguirsi. Certo non potremo contentarci della semplice precauzione che usano taluni sperimentatori colti-

vando una data specie di Bacteri, di proteggere cioè la gelatina con una campana di vetro. Se questa precauzione può bastare, quando si tratti di studiare le proprietà di un Bacterio coltivato allo stato di purezza, è affatto insufficiente quando si debba contare i germi primitivamente contenuti in un liquido, o nell'aria che vi è passata a traverso. Se nel primo caso, fra mezzo alla specie predominante si scorgerà qualche individuo d'altra specie, sarà poco danno, purchè la specie coltivata rimanga in grande prevalenza; ma nel caso di Bacteri atmosferici, ogni germe estraneo andrebbe in conto della quantità dei germi che si vogliono numerare, e falserebbe i resultati dell'esperienza. Siccome però si posseggono apparecchi ed artifizi adatti, per eseguire il miscuglio di due liquidi fuori del contatto dell'aria (1), e una volta fatto il miscuglio, e nel nostro caso colata in lastra la gelatina, si può toglierlo dall'influenza dei germi atmosferici esterni, così questa difficoltà non deve esser cagione di ricusare un metodo molto più semplice, più spedito, più economico per apparecchi e spazio, e che può dar resultati più precisi, perchè con esso siamo nel caso di apprezzare più facilmente una colonia, anche piccola, che si sviluppi in un sol punto della lastra di gelatina, anzichè un debolissimo intorbidamento o un minimo deposito che avvenga in un liquido.

Processo Miquel. — Abbiamo già descritto (2) l'Aeroscopio immaginato dal Miquel per le valutazioni orarie dei Bacteri. La striscia di carta gelatinata, serve non solo come sostanza vischiosa per trattenere i germi che l'aria vi depone, ma tolta dall'apparecchio, funziona successivamente come substrato nutritivo, perchè su di essa devono svolgersi e moltiplicarsi in sito quegli stessi germi che vi rimasero aderenti. È appunto per questo, che il processo del Miquel trova posto e deve esser descritto fra quei metodi che per fondo di cultura fanno uso della gelatina rappresa. Ecco adesso la maniera necessaria per ottenere, col mezzo di questo Aeroscopio, una immagine delle variazioni orarie dei Bacteri in *numero* ed in *natura*.

Il cilindro di ebonite (Fig. 4, Tav. XII) provvisto della sua striscia di carta gelatinata (3), vien prima sottoposto, entro una caldaia ad autoclave, ad un bagno di vapore di acqua a 110°, e v'è mantenuto per un ora. Tolto dalla caldaia, si fa girare per pochi istanti in un getto di vapore in condensazione, in modo che la gelatina della carta si gonfi rapidamente. Sollevando allora la campana dell'Aeroscopio, si colloca il cilindro sul movimento di orologeria, si pone in moto l'apparecchio, notando sul foglio con un segno il punto di partenza, e si determina dalla parte superiore della campana un'aspirazione lenta ed uniforme, in modo da far passare 50, 80 ed anche 100 litri d'aria

(1) A questo scopo potrebbe servire, per esempio, la camera del Tyndall (Fig. 6, Tav. XVI), dove, col riposo e mediante la precauzione di spalmare con una sostanza vischiosa le pareti interne, si può avere dell'aria otticamente pura.

(2) Vedi a p. 289.

(3) Vedi p. 292.

all'ora. Trascorse le 24 ore si sospende l'esperienza, e con una seconda linea si nota sul foglio il punto di arrivo.

Questo per la raccolta. Resta adesso a fare sviluppare e moltiplicare i germi rimasti aderenti alla carta nutritiva; al quale scopo si toglie il cilindro dall'Aeroscopio, si colloca sotto una campana spalmata di vaselina, e si attende per 8 o 10 giorni la comparsa delle colonie di Bacteri. Bene spesso nascono sulla gelatina anche delle Muffe, che tendono a invadere il campo, ma che non devono preoccupare, fino a tanto che col loro estendersi non finiscano per essere incomode.

Quando si giudichi che il periodo di incubazione sia sufficiente, si toglie il foglio di carta di sopra al cilindro, e si fa seccare a dolce calore. In poco meno di un'ora le colonie sviluppate sono fissate, e come stampate, sulla carta, e si può contarle e studiarle a tutto comodo. Se qualche dubbio sorge sulla natura di una specie, si bagna con una gocciola d'acqua la colonia sospetta; la gelatina si gonfia, l'organismo riprende la sua freschezza, e può essere esaminato al microscopio, o sottoposto alla prova della cultura. Questo metodo del Miquel è molto elegante, assai rapido, e dà buoni resultati. Le diverse striscie di carta son conservate come documento, ed all'occasione possono anche esser fotografate.

Per rendere più evidenti le colonie microbiche, il Miquel ed il Benoist altra volta usavano di carte o di gelatine tinte coll'oltremare o col blu di Thenard (1). Ma se con questo metodo si giungeva a rendere appariscenti alcuni Bacteri, ve ne erano altri, come le specie gialle e le verdastre, difficilissime a distinguersi su di un fondo azzurro. Recentemente gli stessi Autori hanno descritto un metodo (2) che fornisce resultati incomparabilmente migliori, come ho potuto convincermene da una prova inviatami gentilmente dallo stesso Dott. Miquel.

La carta nutritiva, secca o umida, coperta delle colonie dei Bacteri e delle Muffe, è tuffata per qualche minuto in una soluzione acquosa di allume, per rendere leggermente insolubile la gelatina, e per dare il mordente alle superfici da colorarsi, e quindi è immersa nell'acqua ordinaria. La striscia di carta è posta successivamente per 20 o 30 secondi in una soluzione di solfato d'indaco (2 grammi Indigotina pura per litro), e lavata successivamente con acqua per togliere l'eccesso del bagno. Le colonie microbiche, dopo questo trattamento, si vedono spiccare in azzurro cupo sopra un fondo più chiaro.

Per sostituire al fondo colorato un fondo bianco, gli Autori pongono la carta per circa 30 secondi in un bagno di permanganato di potassa (al 2 per 0/00), il quale fa passare prontamente il blu chiaro della carta al violetto, e poi al rosa. Si lava una terza volta e l'operazione è finita.

Il bagno nel permanganato di potassa va eseguito con grande precauzione, inquantochè dipende da questo la riuscita dell'esperimento. Un'azione soverchiamente prolungata del permanganato, esporrebbe a indebolire altresì

---

(1) Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1885, p. 596.
(2) Semaine médicale, n.° 6, 11 février, 1885.

il colore delle colonie. Se per disgrazia ciò accadesse, vi si rimedia tornando a immergere di nuovo la carta nell'indaco.

Volendo rendere anche più bianca la carta, e nel tempo stesso per arrestare l'azione del permanganato rimasto in eccesso sulla gelatina, basta immergere per 30 secondi la striscia in una debole soluzione di acido ossalico, e poi lavare con acqua abbondante. In questo modo le colonie conservano un bel colore azzurro, che spicca nettamente sopra il fondo bianco, e che si fa più intenso quando la carta è seccata.

La colorazione dei Bacteri eseguita coll'indaco, ha il pregio grande di resistere indefinitamente all'azione della luce e degli altri agenti esterni, mentre sappiamo quanto sieno fugaci le tinte ottenute coi colori di anilina. È questo un vero pregio del metodo del Miquel e del Benoist, che permette di conservare intatte nell'archivio le prove ottenute pel periodo di molti anni.

CAPITOLO VI.

Liquidi per la raccolta e per la prima germinazione dei Bacteri atmosferici.

In questo Capitolo ci occuperemo solo delle principali sostanze liquide, destinate a raccogliere direttamente dall'atmosfera i germi dei Bacteri, e che servono successivamente a farne le prime moltiplicazioni. Nel Capitolo X si troveranno poi descritte le sostanze, solide o liquide, più appropriate a servire da terreno nutritivo, per separare e seminare questi organismi, per ridurli allo stato di coltivazione pura, e per studiarne i caratteri morfologici e le proprietà fisiologiche. Questi due Capitoli si completano dunque a vicenda.

Moltissimi, e di natura ben differente, sono i liquidi e le sostanze proposte dai diversi Autori per seminare e per far moltiplicare i Bacteri. Si può dire che qualunque materia organica, quando si trovi in condizioni speciali di umidità e di temperatura, sia adatta a nutrire questi organismi. Non tutte però sono ugualmente favorevoli al loro rapido sviluppo ed al loro moltiplicarsi; cioè non tutte posseggono il medesimo grado di *alterabilità* o di *sensibilità,* come si dice.

Le sostanze adoperate a questo scopo si possono distinguere in liquidi minerali artificiali; in macerazioni, infusioni e decozioni vegetali o animali; in succhi vegetali e animali, o liberamente fluenti o spremuti dai frutti, dalle parti verde delle piante, o dai tessuti animali; in polpe di frutti, di radici o di tuberi, o in tessuti animali; oppure in miscele e combinazioni di molte e svariate sostanze, ora minerali, ora organiche.

Non tutte queste sostanze convengono nel medesimo modo a tutti i Bacteri. Anzi, mentre talune sono assolutamente improprie alla cultura di certe specie di Microfiti, i medesimi organismi invece crescono e si moltiplicano prodigiosamente in altri terreni. E che la scelta del fondo di cultura non sia tanto facile, lo dimostrano anche le osservazioni del Perroncito a proposito di alcuni Micromiceti, quando tentò di coltivare le spore del *Trichophyton tonsurans* in decotti differenti, senza mai ottenere indizio di vegetazione.

Nelle culture dei Bacteri, oltre la scelta del più appropriato terreno nutritivo, bisogna tener conto scrupolosamente di tutte quelle condizioni, che riescono favorevoli allo sviluppo di quella data specie di Microfito, o che servono a porre in evidenza alcune delle sue proprietà biologiche; e così variare ora la temperatura, lo stato di umidità, e di pressione; ora lo stato di composizione chimica dell'ambiente gassoso in cui ha luogo la cultura. Di questi speciali artifizi sarà tenuto parola nel discorrere delle culture allo stato di purezza.

Se nelle culture fatte allo scopo precipuo di studiare a fondo una data specie di Bacteri, possono aver la preferenza, quali mezzi nutritivi, le sostanze solide e le semisolide, per procedere alla raccolta dei Bacteri atmosferici, e per eseguire quelle sommarie determinazioni di qualità, e più che mai per valutarne il numero contenuto in un dato volume di aria, sono generalmente prescelti i liquidi, perchè si prestano meglio a ricevere e sbattere l'aria che venga con loro a contatto, o a farne passare col gorgogliamento la quantità necessaria in un dato tempo.

I liquidi nutritivi possono dividersi in due grandi categorie; quelli *preparati artificialmente*, e quelli adoperati *allo stato naturale*. Fra i primi abbiamo i diversi liquidi minerali, le infusioni e le decozioni di sostanze vegetali e animali; fra i secondi l'orina, il latte il sangue, o i succhi spremuti dai tessuti animali e vegetali.

Art. 1.° — Mezzi nutritivi preparati artificialmente.

§ 1.° — *Liquidi minerali.*

Il liquido col quale il Pasteur esordì nei suoi studi sulle fermentazioni, e che compose in special modo per dimostrare che la fermentazione alcoolica si effettuava senza l'intervento della materia plastica, era composto di:

Acqua stillata	100
Zucchero candito	10
Ceneri di 1gr. di lievito	0,075.

Questo liquido però è più appropriato a nutrire le Muffe ed alcuni Bacteri speciali, che a ringiovanire i germi atmosferici. Il Pasteur quando volle

avere un liquido più adatto a quest'ultimo scopo, lo compose nel modo seguente:

Acqua stillata	100
Zucchero	10
Mat. albuminoidi e minerali del lievito di birra, da	0,2 a 0,7.

Un'altro liquido adoperato dal Pasteur, è il seguente:

Acqua stillata	100
Zucchero candito	10
Tartrato di ammoniaca	0,50
Fosfato di potassa	0,10.

Il Cohn, vedendo che lo zucchero adoperato dal Pasteur favoriva lo svolgimento delle Muffe, lo soppresse, e vi sostituì il solo tartrato di ammoniaca componendo il liquido seguente:

Acqua stillata	100
Tartrato di ammoniaca	1
Ceneri di lievito	1

Ma più tardi il Cohn modificò felicemente il suo liquido in questo modo:

Acqua stillata	200
Tartrato di ammoniaca	20
Fosfato di potassa	20
Solfato di magnesia	20
Fosfato tribasico di calce	0,1

Un altro liquido proposto pure dal Cohn, è il seguente:

Acqua stillata	100
Tartrato di ammoniaca	1
Acetato di ammoniaca	1
Fosfato di potassa	0,04
Fosfato di magnesia	0,03
Clorato calcico	0,03 (1)

I liquidi minerali del Cohn non sono fra i più sensibili a nutrire i Bacteri dell'aria, e così dicasi del liquido del Müller, che ha per formula:

Acqua	1000
Tartrato di ammoniaca	10
Fosfato di potassa	5
Solfato di magnesia	5
Fosfato di calce	5

(1) Vedi *Perroncito*. Parassiti ecc. 1883, p. 9.

§ 2.° — *Macerazioni, infusioni e decozioni vegetali.*

Moltissime sono le macerazioni, le infusioni e le decozioni di piante erbacee, usate specialmente in Inghilterra. Il Tyndall ne ha poste in esperienza moltissime, come ha usato anche più largamente di infusioni e di decozioni animali. Fra le prime ha provato le infusioni di rapa, di barbabietola, di cetriolo, di funghi, di luppolo, di thè, di caffè e di fieno, tanto recente quanto antico (1). Fra le seconde, i brodi di bove, di montone, di lepre, di coniglio, di pollo, di fagiano, di pernice, di beccaccia, di germano, di piviere; di alcuni pesci, il merluzzo, la sogliola, l'aringa, il rombo, la triglia, il salmone; e di taluni visceri, quali il fegato, i reni, il cuore, i polmoni, la trippa, il cervello, la lingua e le animelle (2).

§ 3.° — *Infusioni e decozioni animali.*

Brodi. — Fra tutti i liquidi che possono usarsi per la cultura dei germi dell'aria, i brodi di carne godono al giorno d'oggi di una predilezione ben giustificata. All'Osservatorio di Montsouris per molto tempo, si è fatto uso di una soluzione del così detto estratto di carne Liebig, che si otteneva sciogliendo 50gr. di estratto in 1 litro di acqua. La soluzione era neutralizzata a caldo colla soda, bollita quindi, filtrata e sterilizzata a + 110°. Il liquido dava un leggero deposito biancastro, che al microscopio si mostrava composto di granuli brillanti, facili però a distinguersi dai Microbi.

Quantunque l'estratto Liebig possa riuscire un terreno di cultura abbastanza buono, tuttavia è meno sensibile dei brodi recentemente preparati, tanto è vero che il Miquel dopo aver fatto uso per molto tempo dell'estratto Liebig, se non l'ha abbandonato affatto, l'ha però quasi completamente sostituito con un brodo di carne, che egli prepara secondo la seguente ricetta (3).

Carne magra di bove.	Chil. 1
Acqua	Lit. 4

cuoci per 5 ore, e schiuma al principio dell'ebullizione; lascia in riposo e in luogo fresco per 24 ore; digrassa accuratamente, neutralizza con soda caustica e aggiungi 10gr. di sale per ogni litro di liquido. Bolli per 10 minuti, filtra e riporta al volume di 4 litri.

---

(1) Esistono differenze fra l'alterabilità delle infusioni di fieno recente o di fieno antico. Il Tyndall fino dal 1877 nel Vol. CLXVI delle Philosophical Transactions, aveva notato che mentre 5 minuti di ebullizione erano sufficienti a sterilizzare le infusioni di fieno recente, non bastavano più quando trattavasi di fieno molto antico. Il fatto può essere spiegato dalla resistenza che offrono al calore alcune fruttificazioni di Crittogame speciali, che per lungo periodo di essiccazione possono esser talmente raggrinzite e coriacee, da resistere vittoriosamente alla penetrazione dell'acqua fra le loro molecole.

(2) Pel modo di preparare questi diversi liquidi vedi il libro del *Tyndall.* Les Microbes. Paris, Savy, 1882.

(3) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1883, p. 396.

Questo brodo ha un leggiero colore caramellato, e se è ben preparato si mantiene perfettamente limpido.

Gelatina. — Le diverse gelatine allo stato liquido sono state usate con profitto, e lo sono ancora, da alcuni sperimentatori tedeschi, fra i quali il Koch, il Klebs, il Fodor, ecc. Quest' ultimo prepara l'ittiocolla da servire ai suoi esperimenti sull' aria di Budapest nel seguente modo. Due grammi di ittiocolla son posti a digerire in 400c.c. di acqua, e il liquido è sottoposto al bollore e poi filtrato. Al dire del Fodor questo liquido, limpidissimo, che è capace di accusare subito la presenza di germi di Bacteri, intorbidandosi con gran facilità e perciò riuscendo adatto alla loro cultura, non è altrettanto propizio allo sviluppo degli organismi più elevati, quali le Muffe, le Alghe con clorofilla, gli Infusori, le Entomostracee ecc. È appunto in grazia di questa proprietà della soluzione di ittiocolla, e in grazia delle raccomandazioni del Klebs il quale primo la propose, che il Fodor l'ha prescelta per le sue esperienze.

Ad onta delle affermazioni del Fodor, io son di parere che le gelatine liquide debbano ritenersi inferiori ai brodi di carne, quando si debba raccogliere i molteplici germi dei Bacteri che si trovano nell' aria, e dalle loro specie e dal loro numero, giudicare della maggiore o minore purezza dell' atmosfera. Nello studio dei Bacteri aerei si possono distinguere due fasi di osservazione, ben distinte; l' una che comprende la raccolta, l'esame, la diagnosi e la numerazione; l' altra la serie di esperimenti successivi sopra taluno degli individui raccolti, onde studiarne, per coltivazioni successive, o i loro caratteri morfologici, o le loro proprietà biologiche. Per le prime investigazioni, corrispondono meglio di tutte le diverse infusioni e le decozioni organiche, e fra queste in primo luogo i brodi di carne, perchè per essere allo stato liquido, e per la proprietà che hanno di poter nutrire contemporaneamente specie multiple e diverse di Microrganismi, si prestan benissimo allo scopo proposto. Per le seconde esperienze posson servire altrettanto bene i brodi di carne, gli altri liquidi organici, le lastre di gelatina, i frutti polposi e i bulbi, i liquidi minerali, non che moltissime altre sostanze fra le pure e naturali, o fra le miste e manipolate, scegliendo quelle che si vedono convenir meglio allo sviluppo, ed alla moltiplicazione dell' organismo che si vuole studiare.

Acqua albuminosa. — Nessuno in antecedenza avrebbe potuto supporre che l'acqua albuminosa, preparata sciogliendo una chiara d' uovo in 1 litro d' acqua, dovesse riuscire un liquido dei meno sensibili all' azione dei germi atmosferici. Eppure è così; quantunque l' albumina sia una sostanza animale ricca in elementi idrocarbonati, azotati e minerali. È cosa strana poi, che l' albumina dell' uovo si mostri circa 25 volte meno sensibile dell' albumina del sangue.

ART. 2.° — MEZZI NUTRITIVI NATURALI.

ORINA. — L'orina è stata adoperata da molti come liquido nutritivo, ma non è fra quelli da preferirsi. Le orine normalmente acide, non scaldate, sono poco alterabili; mentre, se neutralizzate colla soda, raddoppiano il loro grado di sensibilità, il quale può essere aumentato anche maggiormente, sciogliendovi qualche grammo di plasma sanguigno, o anche meglio allungandole con tre o quattro volte il loro volume d'acqua. Un'orina che abbia una densità di 1,018 diviene quattro volte più sensibile, diluendola con acqua fino a raggiungere la densità di 1,004. Del resto tutte le orine non godono della medesima sensibilità, e questo si capisce, sapendo quanto questo liquido vada soggetto a variare ad ogni momento, anche nel medesimo individuo.

SIERO DI SANGUE, SUCCO DI CARNI E DI VEGETALI. — Anche il siero del sangue, non resulta all'esperienza uno dei migliori substrati per la raccolta e la prima germinazione dei Bacteri atmosferici; e ciò forse si deve ai molti sali minerali che contiene, e più che mai probabilmente alla presenza di quelle sostanze estrattive, che si credono improprie alla nutrizione delle cellule, e che vengon perciò eliminate per la via delle diverse escrezioni.

Il succo di carne può riuscire al contrario un liquido nutritivo prezioso, avendo una alterabilità molto maggiore dei liquidi animali sopra menzionati.

Alcuni succhi di frutti, se in specie resi neutri, occupano un posto elevato fra i liquidi molto sensibili ai Bacteri. Il succo del cavolo si mostra dieci volte più putrescibile dell'estratto del Liebig.

ART. 3.° — MEZZI NUTRITIVI NATURALI ESTRATTI DALL'ORGANISMO FUORI DEL CONTATTO DELL'ARIA.

Finalmente fra le sostanze adoperate per la cultura dei Bacteri, sono da rammentare i diversi liquidi naturali, che si possono estrarre direttamente dall'organismo fuori del contatto dell'aria. Tali liquidi furono scelti, non solo perchè si mostravano fra i terreni nutritivi più convenienti, quanto anche per mettersi in condizioni più vicine alla natura, quando si abbia per intendimento precipuo, di studiare l'azione patogenica di questi microfiti sui liquidi e sui tessuti dell'organismo vivente. Attingendo questi liquidi dall'organismo, con metodi speciali e al riparo dell'influenza dell'aria esterna, si ha il benefizio di procurarsi una materia naturalmente scevra da qualunque germe estraneo, e perciò suscettibile di servire alle diverse esperienze, senza aver bisogno di ricorrere a quei metodi di sterilizzazione, dei quali parleremo nel seguente Capitolo.

Metodo Pasteur. — La prima idea di un tal metodo si deve al Pasteur (1), e fu lui che immaginò all' uopo l'apparecchio rappresentato in molti trattati (2). Egli prese un pallone, al quale adattava un robinetto di ottone, terminato a un' estremità come una canula da iniezioni. Per render purgato da qualunque germe l'interno del pallone, l'estremità libera del robinetto era congiunta con un tubo di platino, arroventato al calor rosso. Un poca di acqua era introdotta nel pallone, e scaldata in modo da trasformarla completamente in vapore, che per condensazione produceva il vuoto, ed obbligava l' aria esterna a rientrare nell' apparecchio a traverso il tubo di platino arroventato, spogliandosi di qualunque germe che potesse contenere. Per far bollire poi l'acqua ad una temperatura superiore a 100°, il Pasteur adattava all' estremità libera del tubo di platino, un tubo di vetro piegato a squadra, immerso in una profonda vaschetta piena di mercurio (3).

Durante il bollore dell'acqua, si separa dall' apparecchio il tubo che pesca nel mercurio, e si seguita a far bollire il liquido alla pressione ordinaria, finchè non sia ridotto completamente in vapore. Quando il pallone è raffreddato, e che l' aria esterna vi è rientrata a traverso il tubo arroventato, si chiude la chiavetta, e si stacca il pallone dal resto dell' apparecchio. È bene che la chiusura della chiavetta sia fatta quando la temperatura del pallone è di qualche grado superiore a quella dell' aria ambiente, in modo che, raffreddandosi completamente, si abbia nell' interno una pressione minore della esterna.

Preparato così il pallone quando si voglia, per esempio, aver del sangue come liquido nutritivo, non si fa altro che aprire una vena di un animale, e dopo aver scaldata la punta della canula, si adatta con legatura alla vena recisa, e si apre la chiavetta. Il sangue colerà nel pallone tanto più facilmente, quanto maggiore sarà la rarefazione dell'aria in esso contenuta. Se invece di sangue si preferisse dell' orina, si introdurrà la canula nell'uretra, e al momento della missione si aprirà la chiavetta.

Metodo Chamberland. — Il metodo del Pasteur è stato utilmente semplificato dallo Chamberland (4), il quale per raccogliere direttamente il latte vergine di germi, fa uso di tubi affilati in punta sottile e protetti da un fiocco di ovatta (Fig. 8, Tav. XIV).

I tubi sono arroventati in un fornello a gas, fino a che il cotone non abbia preso una tinta giallastra. Una volta raffreddati, lo Chamberland toglie il tampone di ovatta, passa al di sopra di una fiamma ad alcool la punta affilata, e avvicinandola il più che sia possibile al capezzolo, e tenendola volta un poco in basso per impedire l' ingresso delle polveri, raccoglie diretta-

(1) *Pasteur*. Études sur la bière. Paris, 1876, p. 46.

(2) Vedi *Schutzenberger*. Le fermentazioni. Milano, 1876, fig. 26, p. 314, fig. 27, p. 318; e *Miquel*, Les Organismes vivants de l'atmosphère, 1883, fig. 55, p. 156.

(3) Vedi *Miquel*. Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris, 1883. fig. 56, p. 157.

(4) *Chamberland*. Recherches sur l'origine et le developpemement des organismes microscopiques. Thése, N.° 420, 1879.

mente il latte. Salda quindi al cannello la punta, e pone l'apparecchio nella stufa a 25° C. Generalmente in capo ad otto giorni, si nota che il latte si è alterato in qualcuno dei tubi, ma che nella maggior parte di essi il liquido resta per molti mesi perfettamente intatto e fluido, come quando era stato raccolto. Il sapore è gradevole, la reazione leggermente alcalina, ed il microscopio non vi svela la presenza di alcuno organismo.

Con un apparecchio, che differisce poco dal precedente, ma che è meglio inteso, lo Chamberland (1) riesce ad attingere il sangue dal corpo di un animale, conservandolo libero da germi, ma a contatto coll' aria esterna. L'apparecchio dello Chamberland è rappresentato dalla Fig. 9 della Tav. XIV.

Dopo aver arroventato il tubo in un fornello a gas, ponendovi prima un tampone di ovatta, se abbiamo a disposizione un animale vivente, si mette allo scoperto una vena o una arteria, vi si fa un' incisione e si introduce la punta affilata dell' apparecchio, dopo averla aperta e passata al di sopra di una fiamma. Il sangue cola da sè stesso, ma se ne può facilitare l' ingresso, aspirando leggermente dal tubo aperto; dopo di che si salda la punta affilata. Non potendo disporre di un soggetto vivo, si prende il cuore di un animale appena è ucciso, se ne fora le pareti con un coltello appuntato, vi si immerge la estremità affilata dell' apparecchio, e si aspira come sopra.

I liquidi naturali, quali il sangue ed il latte, se possono riescire preziosi per la cultura di qualche speciale Bacterio, si prestan malissimo, a cagione dei loro elementi cellulari, alla raccolta dei Bacteri dell'aria, ed agli esami successivi a cui vanno sottoposti.

Art. 4.° — Sensibilità e alterabilità dei liquidi nutritivi.

I diversi liquidi che si possono adoperare per la raccolta e per la moltiplicazione dei Bacteri, non solo presentano alterabilità differente, in ragione della loro diversa natura, ma riescono più o meno sensibili, a seconda che hanno reazione acida, neutra o alcalina.

Influenza della reazione. — In genere può dirsi che per la nutrizione e per lo sviluppo dei Bacteri, le infusioni acide sono meno favorevoli che quelle neutre o leggermente alcaline. Le prime, poste a contatto dell'aria ordinaria, mostrano talvolta dei ciuffi di Muffe, ma raramente dei Bacteri. Sappiamo del pari che nella maggior parte dei casi, una temperatura conveniente può impedire la comparsa della vita nelle infusioni acide, mentre la medesima temperatura è impotente a sterilizzare una infusione neutra o alcalina. Il Tyndall (2) eseguì molte esperienze di confronto sulla alterabilità delle infusioni acide, neutre ed alcaline. La temperatura che rendeva

(1) *Chamberland.* Loc. cit. p. 23.
(2) *Tyndall.* Les Microbes. Paris, 1882, p. 223.

definitivamente sterili le infusioni di fieno acide, fu sempre insufficiente a operare la medesima trasformazione nelle infusioni di fieno neutre.

Il Pasteur spiega questi fatti, relativi al modo con cui si comportano le infusioni di reazione diversa, dicendo che i germi si sottraggono all'azione distruttrice del calore, perchè non sono bagnati dai liquidi neutri o alcalini. Il Tyndall però, basandosi sui resultati degli esperimenti che gli son propri, si è assicurato che i germi sono anzi più facilmente bagnati dalle soluzioni alcaline che dalle acide, e perciò crede che la spiegazione debba cercarsi nel potere nutritivo differente delle due soluzioni. Secondo lui, due germi di Bacteri di ugual vigore, cadendo l'uno in una soluzione neutra o leggermente alcalina, l'altro in una soluzione acida, cessano ben presto di essere della medesima forza. La vita dell'uno è *favorita* dall'ambiente in cui è immerso, mentre è semplicemente *tollerata* dal liquido che circonda l'altro. Allorquando la temperatura ambiente si trova inalzata a un grado sfavorevole ad ambedue, l'uno ne soffre più dell'altro, perchè un'azione uguale si esercita sopra individui di forza differente, ed è naturale che se il grado di calore è così alto da diventare mortale, l'organismo più debole sia il primo a perire. A confortare l'opinione del Tyndall, si può aggiungere che un germe, il quale sia sul punto di perire in una soluzione acida, può ritornare a vita prospera, se trasportato in un mezzo neutro o alcalino; nel medesimo modo che un nutrimento adatto può render le forze ad un uomo moribondo. Perchè poi le soluzioni alcaline o neutre sieno miglior mezzo nutritivo delle soluzioni acide, non è peranco spiegato. Il Tyndall è disposto a credere che l'aria sciolta nei liquidi alcalini, si trovi in condizioni fisiche differenti, dell'aria sciolta in un liquido acido.

Qualunque sia la natura, e lo stato del liquido che si vuole adoperare; si preferisca minerale o organico; discretamente sensibile o straordinariamente alterabile; di reazione acida, neutra o alcalina, occorre sempre non dimenticare, come cosa di estrema importanza, che nella raccolta dei Bacteri dell'aria, e nelle diverse manipolazioni necessarie al loro riconoscimento ed alla loro numerazione, va sempre adoperato il medesimo liquido, e preparato con ogni cura nella medesima maniera, onde i resultati che se ne ottengono, sieno sempre fra loro paragonabili. Tale condizione è più che mai necessaria e indispensabile, quando si tratti di operazioni statistiche.

Influenza della natura del liquido. — Termineremo queste considerazioni sulle diverse sostanze capaci a nutrire e moltiplicare i Bacteri, ponendo sott'occhio i seguenti Prospetti, dove si riassumono i resultati ottenuti dal Miquel (1) sul diverso grado di *alterabilità* o *sensibilità* di alcuni liquidi nutritivi, preso come unità il brodo Liebig neutralizzato.

(1) *Miquel*. Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1882, p. 434.

PROSPETTO N.° 57.

Alterabilità relativa di alcuni liquidi organici dopo essere stati scaldati a 110.° C. — (MIQUEL).

	NATURA DEI LIQUIDI	GRADO di alterabilità	COEFFICIENTE
1	Infuso di fieno, neutro	0.03	33.000
2	Liquido del Cohn	0.05	20.000
3	Decozione di Carota, neutra	0.40	2.500
4	Orina normale	0.50	2.000
5	Brodo Liebig, neutro	1.00	1.000
6	» di Cavolo, neutro	1.40	0.714
7	» di Bove, neutro	4.00	0.250
8	» di Bove, neutro, gessato e salato a 1/100	5.60	0.178
9	» di Bove, neutro e salato a 1/100	7.10	0.141

I liquidi animali naturali, le albumine, i succhi di carne, di piante e di frutti hanno del pari vario grado di sensibilità, come lo dimostra il seguente Prospetto, nel quale tutte le sostanze rammentate son referite, come nel Quadro precedente, al brodo Liebig, scelto per unità.

PROSPETTO N.° 58.

Alterabilità relativa di alcuni liquidi e succhi naturali, sterilizzati per mezzo della filtrazione a traverso il gesso. — (MIQUEL).

	NATURA DEI LIQUIDI	GRADO di alterabilità	COEFFICIENTE
1	Albumina di uovo, allungata	0.22	4.543
2	Orina normale	0.40	2.500
3	Orina normale, neutra	0.90	1.111
4	Brodo Liebig, sterilizzato a + 110.° C.	1.00	1.000
5	Orina normale, allungata con 2/3 d'acqua	1.80	0.555
6	Siero di sangue di Bove, allungato	5.20	0.192
7	Succhi di frutte (Uva, Fragole), neutri	9.50	0.105
8	Succo di Cavolo, diluto	11.00	0.091
9	Succo di carne di Vitello	13.30	0.075

Dall'esame dei due precedenti Prospetti, si scorge quali differenze notevoli di sensibilità possano esistere fra i diversi liquidi usati per la cultura dei Bacteri. Il brodo di carne recente è 237 volte più alterabile dell'infuso di fieno; e il succo di carne di vitello 433 volte. Avanti di porre in uso un liquido per la cultura dei Bacteri, è bene assicurarsi della sua sensibilità non solamente assoluta, ma anche relativa, confrontandolo cogli altri liquidi adoperati.

Per eseguire il saggio di confronto, basta seminare a diverse epoche, ma sempre nel medesimo luogo e contemporaneamente nei liquidi da porsi a paragone, il medesimo volume di aria, calcolato in modo da render fecondo il terzo o la metà delle conserve poste in esperimento.

CAPITOLO VII.

Dei modi di rendere sterili apparecchi e liquidi.

Qualunque recipiente, apparecchio o istrumento; qualunque liquido o sostanza da porsi a contatto coll'aria in esame, o da servire alle manipolazioni necessarie, deve esser privato antecedentemente da ogni germe, o come si dice, deve essere sterilizzato.

§ 1.° — *Sterilizzazione degli apparecchi.*

I recipienti, gli apparecchi e gli istrumenti destinati all'esperienza, si rendono facilmente e prontamente sterili, sottoponendoli per un certo tempo ad alte temperature. La operazione può esser fatta nel bagno ad aria, o in un bagno di olio o di rena, o in altro modo qualunque. Il primo mezzo è però su tutti preferibile, ed è quello più comunemente usato (1). La temperatura deve essere al di sopra di 160° C., e meglio anche raggiungere i 200°, e va mantenuta per 2 o 3 ore.

Questa temperatura così elevata, posta a confronto con quella di 120°, che vedremo esser sufficiente per sterilizzare un liquido, ha la sua giustificazione nel particolare stato, in cui si trovano i germi che restano aderenti alla superficie degli oggetti asciutti. In queste condizioni qualunque germe, per essere ucciso, ha bisogno di una temperatura maggiore di quella che occorrerebbe, se invece di essere asciutto, si trovasse immerso in un liquido. Vedremo fra poco quale sensibile differenza esista fra il calore secco e il calore umido, applicato come mezzo di sterilizzazione.

Spesso quando si tratti di purgare da germi la superficie esterna degli

(1) Vedi a p. 341 la descrizione della stufa ad aria calda, che può servire a sterilizzare anche gli apparecchi.

apparecchi e degli istrumenti accessori, come aghi, scalpelli, pinzette, canule, ecc., basta arroventarli ad una fiamma qualunque, se piccoli; oppure, passarli al di sopra di una larga fiamma ottenuta con una spugna imbevuta di alcool, se la superficie presenta grande estensione.

Le precauzioni per assicurarsi della sterilità degli apparecchi non sono mai troppe, specialmente quando si tratti di porre in opera oggetti che servirono ad altri esperimenti, e che furono a contatto lungamente con liquidi alterati. In questi casi l'esperienza insegna, che le ordinarie manovre per render netti i vasi (lavatura con acqua, con acidi o con alcali), non sono sufficienti a togliere i germi che rimangono tenacemente adesi alle loro superfici, e che non si arriva a distruggere che adoperando alte temperature.

§ 2.° — *Sterilizzazione dei liquidi.*

I liquidi e le altre sostanze nutritive si possono avere sterili in tre modi diversi; cioè col calore, colla filtrazione, o procurandosi liquidi o succhi animali e vegetali estratti fuori del contatto dell'aria esterna. A questi metodi se ne potrebbe aggiungere un quarto, proposto dal Tyndall, che consiste nel porre la sostanza in presenza di un difetto o di un eccesso di ossigeno.

Del modo di raccogliere i liquidi naturali fuori del contatto dell'aria, e scevri perciò di germi, abbiam detto abbastanza, e non ci resta che parlare degli altri modi di sterilizzazione, applicabili ai liquidi artificialmente preparati.

A. — *Calore*

Nel parlare della resistenza vitale dei Bacteri (1) abbiam visto come ve ne sieno taluni che sfidano una temperatura di 100° e più; da ciò la conclusione che il bollore non può adoperarsi come mezzo abbastanza sicuro per aver liquidi perfettamente infecondi. Non bisogna dimenticare che alcuni resultati avuti dai primi sperimentatori negli studi sulla generazione spontanea, e gli insuccessi anche recenti di altri, che si sono occupati di studiare la vita che si sviluppa nelle infusioni organiche, debbono appunto attribuirsi alla presenza di quei germi, che la temperatura del bollore non era giunta ad uccidere. Gli esperimenti del Cohn, del Roberts, del Brefeld, del Lex, del Calvert del Maggi, del Balsamo-Crivelli, del Cantoni, del Virchow, del Marke, del Vallin, del Koch, del Miquel e di molti altri, non lasciano più dubbio su questo punto, e confermano pienamente le prime osservazioni del Pasteur.

Ai fatti esposti nella I Parte a proposito della resistenza dei Bacteri ai diversi agenti esterni, ne aggiungerò adesso alcuni altri, fra quelli che si referiscono più specialmente all'azione del calore.

---

(1) Vedi p. 80 e seg.

Riscaldamento a 110° C. — Una temperatura abbastanza elevata, che oltrepassi i 110° e 120° C., e che sia protratta per 2 o 3 ore, è sempre uno dei migliori metodi per uccidere i germi dei Bacteri. Anche in questo caso però è necessario fare una distinzione fra il calore secco e il calore umido; essendo il primo molto meno attivo del secondo.

A questo proposito si hanno esempi in cui una temperatura secca di 140° C., anche prolungata per 2 ore, non giunse ad uccidere quelli stessi Bacteri, che erano stati distrutti dal vapore dell'acqua bollente, applicato per soli 10 minuti. Dalle numerose esperienze fatte dal Miquel (1) all'Osservatorio di Montsouris, sappiamo che la maggior parte dei Microbi muoiono ad una temperatura inferiore a 70° C. (*Bacterium termo, B. punctum, Aspergillus, Penicillium, Torula, Lievito del vino e della birra*). Le spore dei Bacilli resistono a + 80° C., e quelle del *Bacillus subtilis* hanno sfidato temperature di 105°, prolungate durante 120 minuti. Ad onta di queste osservazioni, bisogna dire che il numero dei germi che per morire han bisogno di temperature superiori a 100°, è relativamente piccolo.

La natura stessa della infusione, le sue proprietà, la sua reazione, influiscono non poco sulla maggiore o minore facilità a renderla sterile sotto l'azione del calore. Una Spora che resiste nel brodo neutralizzato alla temperatura di 93°, muore alla stessa temperatura quando il brodo resti leggermente acido. Il Roberts (2) è di parere che se 5 minuti di bollore bastano a rendere infeconda una soluzione naturale di fieno, non bastano nemmeno 2 o 3 ore per una infusione neutra.

Anche la durata del riscaldamento ha grande influenza sul resultato che si vuole ottenere. Il Cohn (3), dopo molti esperimenti su l'infuso di fieno, conclude che ogni qualvolta il bollore aveva durato meno di 15 minuti, comparivano immancabilmente nel liquido numerosi Bacteri. Anzi alle volte non riuscì a liberare da germi le infusioni bollite per 60, 80 e 120 minuti. Il Miquel ha veduto che alcuni germi sopportavano un calore umido di 140° C. per 5 a 10 minuti, e non resistevano per 2 ore ad una temperatura di 100° a 102°.

Di grande importanza sono gli esperimenti del Koch, del Wolfhügel (4), del Gaffky e del Loeffler (5), eseguiti nell'Ufficio sanitario di Berlino, sulla resistenza dei Bacteri a vari gradi e con modi diversi di calore, fatti allo scopo di dimostrare quale grande differenza esista fra l'applicazione del calore secco, e del calore umido. In questi esperimenti si verificava l'azione esercitata dalla temperatura, non solo col seminare successivamente in liquidi sterili i germi sottoposti alla prova, ma coll'eseguire con essi delle inoculazioni sugli animali. Le conclusioni a cui vennero gli Autori dopo gli esperimenti eseguiti col *calore secco*, sono le seguenti:

---

(1) *Miquel*. Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1881.
(2) *Roberts*. Philosoph. Transac., 1874.
(3) *Cohn*. Beitr. z. Biolog. d. Pfl. Bd. III. Heft 2, 1876.
(4) *Koch* und *Wolfhügel*. Untersuchungen über Disinfection mit heisser Luft.
(5) *Koch, Gaffky* und *Loeffler*. Versuche über die Verwerthbarkeit heisser Wasserdampfe zu Disinfectionswecke. (Mittheil. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte. t. I. 1881, p. 301 e 322).

1.° I Bacteri sprovvisti di Spore non possono sopportare per 1 ora e mezzo l'esposizione a un aria calda di 100° C.

2.° Le Spore delle Muffe non sono uccise che mantenendole durante 1 ora e mezza all'aria scaldata a 110° o 115° C.

3.° Le Spore dei Bacilli non sono distrutte che da un soggiorno di 3 ore in una atmosfera di 140° C.

Al contrario le esperienze fatte col *vapore dell' acqua bollente* alla pressione ordinaria, ed a pressioni maggiori, posero in chiaro che le Spore del *Bacillus anthracis,* ed altre Spore che si trovarono nella terra raccolta nel giardino, perdevano ogni vitalità esposte per soli 10 minuti al vapore, che segnava una temperatura di 110° C. Al di sotto di questa temperatura gli Autori ottenevano i resultati trascritti nel seguente Prospetto, dove il segno + indica la morte definitiva delle Spore, o la loro assoluta impotenza a germogliare, seminate nei liquidi di cultura.

PROSPETTO N.° 59.

Azione del vapor di acqua sui germi. — (KOCH, GAFFKY *e* LOEFFLER).

TEMPERATURA del vapore d'acqua nel punto dei campioni di prova	DURATA di azione del vapor d'acqua	AZIONE SOPRA LE		OSSERVAZIONI
		Spore carbonchiose	Spore della terra del giardino	
+ 110° C.	10 minuti	+	+	
Fino a + 110° C.	–	+	+	L'esperienza fu arrestata appena raggiunto + 110° C.
+ 105° C.	10 minuti	+	+	
Fino a + 105° C.	–	+	Una delle specie di Bacilli a filam. corti e grossi ha continuato a vegetare	d.° (a + 105° C.)
+ 100° C.	10 minuti	+	d.°	
Fino a + 100° C.	–	+	Si sviluppano diverse colonie di Bacilli	d.° (a + 100° C.)
+ 95° C.	10 minuti	+	d.°	
Fino a + 95° C.	–	Sviluppo un poco tardo e difficile	Sviluppo normale come nei campioni di verifica	d.° (a + 95° C.)
+ 95° C.	10 minuti	Sviluppo tardo ma attivo	d.°	

Anche il Tyndall (1) ha fatto diversi esperimenti sopra alcune infusioni vegetali sottoposte al bollore, allo scopo precipuo di determinare quale dovesse essere in ciascuna di esse la durata dell' ebullizione, per assicurarsi della loro sterilità; ed ha trovato, per esempio, che un' infusione di cetriolo non resta infeconda che dopo un bollore di 160 minuti, e che per le infusioni di rapa occorrono invece 220 e 305 minuti. A vero dire, male si comprende l' utilità di questi esperimenti del Tyndall, e di quelli che, come il Roberts (2), l' hanno seguito in questa via, cercando di determinare quale debba essere la durata del bollore per le diverse specie di infusioni, quando possediamo un altro mezzo molto più infallibile di questi tasteggiamenti, per assicurarsi di aver raggiunto lo scopo; quello cioè di scaldare a temperature superiori a 110°, sapendo che queste son bastevoli in tutti i casi, e per qualunque genere di infusione, a distruggere i germi della vita che potessero contenere. Applicando alle soluzioni un calore di 115° a 120° C., e mantenendolo per 2 o 3 ore, qualunque sia la natura del liquido nutritivo, qualunque sia il suo stato fisico, reagisca acido o neutro o alcalino, si giunge sempre ad avere infusioni sterili, a meno che durante le manovre successive non intervenga qualche altra causa estranea, a portar l' infezione nel liquido già sottoposto al calore.

La sterilizzazione dei liquidi nutritivi per mezzo del calore, si effettua nel bagno ad aria (stufe), oppure in bagni liquidi o nel vapore d' acqua ad alta pressione. Nel primo caso la infusione, chiusa ermeticamente nel suo vaso, vien posta nella stufa, e quando l' aria abbia raggiunto la temperatura voluta, vi si mantiene pel tempo necessario. Nel secondo caso si adoperano i bagni salini, o bagni d' olio, oppure si fa uso di una caldaia a vapore ad autoclave, o Pentola di Papin.

Le stufe ad aria calda possono essere di varia forma, e qualunque stufa può servire, purchè sia suscettibile di raggiungere la temperatura necessaria, e di conservarla al medesimo grado per lungo tempo (3).

Io preferisco una stufa fatta di robusta lastra di ferro, smaltata internamente e circondata da un involucro di muratura; in modo da lasciare tutt' intorno la stufa uno spazio, che serve a dar passaggio ai prodotti della combustione. In questo modo, mentre si impediscono le perdite di calorico per irradiazione, si trae profitto del riscaldamento che subiscono le pareti laterali della stufa per i prodotti della combustione. Un bruciatore a gas con numerose fiammelle, collocato al di sotto, serve di sorgente calorifera. La parte anteriore della stufa è chiusa da uno sportello, guarnito per intiero di due lastre di vetro, che lasciano fra loro un cuscino di aria. Con questo,

---

(1) *Tyndall.* Les Microbes. Paris, 1882, p. 202.

(2) *Roberts.* Sitzungber. d. Gesell. d. Naturforsch. z. Berlin, Feb. 1878.

(3) Fra gli apparecchi per sterilizzare vanno rammentati quelli del Koch, tanto a vapore che ad aria calda, e quello speciale adoperato pel siero del sangue; come pure le stufe mòltissime che in questi ultimi tempi sono state proposte, fra le quali meritano speciale attenzione quelle del Miquel, del Rohrbeck, del Foà, del Wiessneg, dello Zambelli, ecc.

mentre si ha il benefizio di sorvegliare l'interno della stufa, si rimedia anche dal lato dello sportello alle perdite di calorico per irradiazione.

I bagni liquidi posson servire altrettanto bene come mezzo sterilizzatore. Uno dei processi più semplici è stato indicato dal Pasteur, ed è quello stesso ch'io adopero per sterilizzare i miei palloncini ed i miei tubi, che ho descritto alle pagine 310 e 311. Chiuso ermeticamente alla lampada il recipiente che contiene la soluzione nutritiva, si immerge in un bagno liquido carico di cloruro di calcio o di nitrato di soda, in modo che possa raggiungere la temperatura di 120°. Il pallone, o altro apparecchio che sia, deve essere sommerso completamente nel liquido, ciò che si ottiene mediante un diaframma forato che occupi tutto il bagno, e che può esser fissato e mantenuto al di sotto della superficie del liquido.

Tutto l'apparecchio deve essere circondato o da un secondo involucro di metallo, o meglio di muratura, che lo difenda dalle perdite di calorico, e che obblighi i prodotti della combustione a circolarvi tutt' all' intorno, esattamente come abbiam detto per la stufa ad aria calda descritta precedentemente.

Se non si vuol far uso del bagno rammentato, si può far bollire il liquido nel recipiente stesso che lo contiene ad una temperatura superiore a 100°, cioè sotto pressione maggiore dell' ordinaria, usando l' artifizio adoperato dal Pasteur e già descritto alla Pagina 333; cioè adattando al collo del pallone un tubo di vetro, che vada a pescare più o meno profondamente nel mercurio.

Il riscaldamento nel bagno di vapore ad alta pressione, può essere applicato con molto profitto alla sterilizzazione dei liquidi nutritivi. In Germania si è cessato dall' uso della Pentola di Papin, dopo che il Koch, il Gaffky, il Loeffler (1) ed il Wolfhügel (2) hanno verificato differenze di temperatura di circa 40°, dopo una mezz' ora di contatto fra il liquido ed il bagno di vapore in cui stava immerso. Sembrerebbe che il principio del Watt dovesse assicurare la distillazione regolare della parte calda alla parte fredda, e per conseguenza l' uniformità abbastanza rapida delle temperature; ma si sa d'altra parte che il principio del Watt non è applicabile che agli spazi dove il vapore esiste solo. Quando vi sia la presenza dell' aria, la sola condizione di equilibrio alla quale sia soggetto il miscuglio, è che la tensione del vapore sia uguale alla tensione massima, che conviene alla temperatura di questo punto. Con un miscuglio simile l' equilibrio delle pressioni non si accompagna necessariamente coll' eguaglianza di temperatura, e questa teoricamente può esser differente in diversi punti. Guidato da questo ragionamento, l'Heidenreich (3) ha pensato che i resultati avuti dal Koch e dai predetti sperimentatori, potessero spiegarsi col fatto che l' aria non era stata completamente eliminata dall' apparecchio di riscaldamento. I molti esperimenti eseguiti dall' Heidenreich provano, che per ottenere nei liquidi da sterilizzarsi la

---

(1) Mittheil. d. Kais. Gesundtheitsamte. 1881. Bd. I.

(2) Ibidem. 1884. Bd. II.

(3) *Heidenreich.* Sur la stérilisation des liquides au moyen de la Marmitte de Papin. (Compt. Rend. Ac. Sc. N.° 16). Avril 1884.

temperatura voluta per mezzo della Pentola di Papin, è necessario eliminare da questa completamente l'aria. La conclusione a cui giunge l'Heidenreich è la seguente:

La Pentola di Papin, essendo scaldata a 120°, e dopo espulsa l'aria la pressione essendo in tutti i punti di 2 atmosfere, occorre il seguente tempo per condurre a 120° l'acqua di un recipiente, introdotto nella Pentola alla temperatura ordinaria:

10 minuti, allorquando l'acqua riempie un pallone di 1 litro;
5 minuti, quando l'acqua riempie un pallone di 1/2 litro;
2 minuti, quando l'acqua ha un volume inferiore a 200^{c.c.}.

Tenendosi in questi limiti, si può esser sicuri sull'uguaglianza di temperatura fra un liquido, ed uno spazio scaldato a vapore alla temperatura di 120°, e in queste condizioni la Pentola di Papin è un apparecchio altrettanto sicuro che prezioso.

Non è mai troppo insistere sulla necessità di scaldare qualunque liquido, che debba servire alle nostre esperienze, al di sopra di 110°. Gli esempi di sterilità ottenuti sotto a 100°, non si debbono che alla qualità del liquido nutritivo posto alla prova; cioè all'avere scelto una infusione che ha un grado di alterabilità o di sensibilità poco elevato. Vi sono dei liquidi, quello del Cohn per esempio, che non sono adatti a fare svolgere e moltiplicare alcuni germi di Bacteri; e se uno di questi liquidi, dopo essere stato scaldato a soli 80° o 90°, non dà segno di alterazione, non è per questo ragionevole concludere, che il grado di calore a cui venne sottoposto fu sufficiente a renderlo sterile. In questo caso l'*apparente sterilità* si spiega colla natura del liquido, il quale non si presta allo svolgimento ed alla nutrizione di quei germi che poteva contenere, e che non furono uccisi dalla temperatura di 90°. Si prenda, a mo' d'esempio, il liquido del Cohn che sia stato a contatto coll'aria, e si riscaldi fino a 90°. Esso così trattato potrà mantenersi limpido per mesi intieri. Ma se a questo liquido si aggiunga una piccola porzione di brodo di carne sterilizzato a 110°, che in queste condizioni non può apportar seco alcun germe vitabile, vedremo che il liquido del Cohn, rimasto limpido fino allora, si altererà ben presto, ciò che sta a dimostrare che il liquido del Cohn rimase inalterato, non già perchè la temperatura di 90° avesse distrutto in lui ogni germe, ma sibbene perchè non aveva tutti quelli elementi nutritivi, necessari ad alcune specie di Bacteri, i quali elementi invece erano stati forniti dall'aggiunta del brodo di carne. La stessa dimostrazione si avrebbe, prendendo dell'acqua corrotta, sottoponendola a 90° di calore e aggiungendola quindi al liquido del Cohn. Si vedrebbe allora che mentre questa conserva la sua limpidezza, una goccia di essa, aggiunta al brodo di carne sterilizzato a 110°, vi determina una pronta alterazione, dovuta allo sviluppo di abbondanti Bacteri.

Riscaldamento intermittente al di sotto di 100° C. — Un altro genere di riscaldamento posto in pratica da taluno, è quello che fu detto *discontinuo* o *intermittente*. Il Tyndall reclama la priorità di questo metodo, che è ado-

perato anche nel Laboratorio del Koch, in una lettera diretta all'Huxly (1) in data del 14 Febbraio 1877. Il Tyndall, tenendo conto del diverso grado di resistenza che offrono i germi e gli individui adulti dei Bacteri, non che dei cambiamenti che si producono nel passaggio dall'una all'altra forma, ebbe l'idea di poter render sterili le diverse infusioni organiche, scaldandole al di sotto del punto di ebullizione, e per un periodo di tempo abbastanza breve, e ripetendo questa operazione per 5 o 6 volte, ad intervalli ciascuno di un giorno o due.

« È un fatto indiscutibile, scrive il Tyndall, che i Bacteri attivi sono uccisi a una temperatura molto più bassa dell'acqua bollente; come del pari non v'ha dubbio esser necessario un certo spazio di tempo, che io ho chiamato *periodo latente*, perchè i germi duri e resistenti passino allo stato di organismi sensibili al calore. Si deve ammettere del pari, come io credo, che quanto più il germe si avvicina al periodo limite nel quale si trasforma, tanto più è sensibile all'azione della causa, che deve distruggere sì facilmente l'organismo adulto. Ora noi possiamo conoscere per mezzo del raggio luminoso, qual'è approssimativamente il tempo necessario al passaggio dei germi allo stato di Bacteri. Ammettiamo che sia di ventidue ore, e supponiamo che si sottopongano alla temperatura del bollore, ed anche ad una temperatura inferiore, i germi avanti il loro svolgimento finale, nel momento in cui vanno a raggiungere lo stadio nel quale una temperatura di 140° Fahr. (60° C.) è per essi mortale. È certamente probabile che una temperatura di 212° o di 200° o di 150° Fahr. (82°, 75° e 65° C.), se viene applicata durante un tempo abbastanza lungo, sarà funesta ai germi, e preverrà l'apparizione di quegli organismi ancora più sensibili, ai quali i germi erano sul punto di dare origine (2) ».

Queste le considerazioni principali dalle quali si parte il Tyndall per raccomandare il suo metodo; ma siccome non si può ammettere che tutti i germi, di cui le infusioni son cariche, debbano raggiungere il loro sviluppo finale nel medesimo tempo, e siccome anche taluni di essi sono più secchi e più duri, e per conseguenza arrivano più tardi alla loro fase sensibile, così il Tyndall applica il calore alle sue infusioni in maniera intermittente e a certi periodi, in modo che se il primo riscaldamento uccise i germi che in quell'istante si trovavano nel loro periodo critico, il secondo riscaldamento uccida quei germi, che fra le due applicazioni di calore hanno avuto il tempo di raggiungere alla lor volta questo periodo, e così di seguito. In tal modo, a misura che si ripete l'operazione, il numero dei germi va sempre diminuendo, e si giunge a un punto in cui sono totalmente distrutti.

Secondo il Tyndall il potere resistente dei differenti germi, può essere espresso in funzioni di quantità di calore necessarie alla sterilizzazione. Se di due tubi contenenti la medesima infusione, ma riscaldati l'uno cinque volte, l'altro sei, il primo divenne torbido, il secondo si mantenne limpido,

---

(1) Procedings, of the R. Soc. N.° 178, 1877.

(2) *Tyndall*. Philosohpical Transactions. Part. I. 1877; e Les Microbes. Paris, 1882, p. 230.

ciò vuol dire che le cinque ebullizioni avevano risparmiato i germi i più resistenti, che però furono distrutti da una sesta operazione. Il Tyndal afferma, che usando precauzioni speciali, il metodo di sterilizzazione da lui proposto riesce *infallibile*, qualunque possa essere il grado di infezione dell'atmosfera ambiente.

Le considerazioni che indussero il Tyndall a proporre il suo metodo, si partono da un giusto concetto scientifico, ma si potrebbe domandare prima di tutto, se non vi sia il caso che fra tutti i germi contenuti nell'infusione, ve ne possa esser alcuno più resistente, e il cui sviluppo, come dimostrano certi fatti osservati, può ritardare di 10, 15 e perfino 30 giorni; e si potrebbe anche domandare se mette conto preferire un metodo lungo, che richiede una certa abilità nello sperimentatore, e per di più che offre grande incertezza, quando abbiamo a nostra disposizione altri metodi molto più semplici, e infinitamente più sicuri. Perchè scaldare cinque, sei e più volte fino a 80°, quando è più facile e più pronto scaldare una sol volta fino a 115° e 120°? Il Tyndall, e con lui i partigiani del metodo di riscaldamento discontinuo, non vorranno, credo, supporre che la temperatura di 115° o 120°, ponga a tortura il liquido, come diceva il Needham allo Spallanzani, o che indebolisca o distrugga la forza vegetativa della infusione organica, ammessa da quell'appassionato eterogenista. E allora perchè ostinarsi a scaldare fino al bollore, e peggio anche al di sotto, cercando di raggiungere il resultato con complicati artifizi, che non migliorano certo le condizioni di sterilità delle infusioni, e che anzi lasciano sempre nel dubbio? Capisco benissimo che il Koch possa usare il metodo del riscaldamento discontinuo, quando sceglie per terreno nutritivo quei liquidi che, come il siero del sangue, si coagulano al bollore; ma non si comprende come tal metodo, che in questo caso è richiesto dalla particolare natura del liquido nutritivo, debba inalzarsi a metodo generale, e debba poi esser proposto dal Tyndall, il quale nelle sue esperienze non adopera mai liquidi coagulabili al calore, ma preferisce i brodi, o le infusioni di fieno o di altri vegetali.

Il metodo del riscaldamento intermittente, riesce pericoloso quando si voglia estenderlo correntemente a tutte le gelatine nutritive. Se le gelatine trattate in questo modo, mostrano di conservarsi indefinitamente e restano perfettamente limpide, ciò non vuol dire che tutti i germi che v'erano primitivamente contenuti, sieno morti. Il Miquel a questo proposito fa giudiziosamente osservare, ed in appoggio porta una serie di esperimenti grandemente dimostrativi (1), che esistono alcuni germi, specialmente quelli dei Bacilli, che non sono uccisi dalle temperature di 58° e 68°, a cui furono assoggettate le gelatine nutritive. Questi germi restano là allo stato latente, sotterrati nella gelatina, e non germogliano perchè privi di ossigeno, e manca perciò lo spazio e l'aria indispensabile al loro sviluppo. Che se cessano queste condizioni sfavorevoli, allora è dato vederli crescere e moltiplicarsi, non altrimenti che succede dei semi delle Fanerogame, rimasti sepolti lungamente

(1) Vedi Ann. d. l'Obs. d. Montsouris. 1885, p. 573.

sotterra, e che non germogliano fino a tanto che i movimenti del terreno operati dalla mano dell' uomo, non li portano alla superficie del suolo a risentire l' azione dell' aria.

I casi di sterilizzazione *apparente* delle gelatine e del siero del sangue sono frequenti, e si spiegano nel modo che abbiam detto. Che se il metodo di sterilizzazione col riscaldamento intermittente al di sotto di 100°, fosse reale, non v' è ragione perchè non potesse applicarsi col medesimo successo anche ai liquidi, mentre l' esperienza diretta dimostra che nei liquidi non riesce mai. La spiegazione di questi insuccessi è facile. In un liquido i germi possono muoversi liberamente, e sono in caso di ricevere ad ogni momento l' azione dell' ossigeno dell' aria, che vi si rinnova con facilità; e per conseguenza il germe trova tutte le condizioni favorevoli al suo germogliamento, ed è quistione di tempo e di temperatura adatta, perchè la vita in queste infusioni si manifesti e progredisca.

B. — *Difetto o eccesso di ossigeno.*

Al dire del Tyndall (1) esisterebbe un altro metodo, che egli chiama *sorprendente*, adatto a rendere infeconde le infusioni destinate al nutrimento dei Bacteri, e questo sarebbe di uccidere i germi per mezzo di un *difetto* o di un *eccesso* di ossigeno. Il Tyndall dimostra che mentre non bastano 180 minuti di bollore per distruggere la vita in una infusione di rapa, tenuta a contatto coll'aria ordinaria, 10 minuti sono più che sufficienti se si operi nel vuoto. Come si vede la sottrazione dell'aria, e per conseguenza la mancanza dell' ossigeno, furono in questi casi adoperati dal Tyndall in unione al riscaldamento, e si potrebbe domandare cosa sarebbe accaduto, se i recipienti in cui era stato fatto il vuoto non fossero stati bolliti. A questa domanda, che si rivolge anche lo stesso Autore, egli risponde che se il vuoto fosse stato perfetto, le infusioni si sarebbero mantenute inalterate; del che, a vero dire, si potrebbe dubitare, stando agli stessi esperimenti del Tyndall.

Incerto del pari, e molto discutibile, mi sembra l'altro modo di rendere infecondi i liquidi nutritivi in presenza di un eccesso di ossigeno. Il Bert (2) aveva già indicata l' azione tossica che l' ossigeno compresso esercita sui Bacteri, ma negli esperimenti del Bert poteva credersi che la forte pressione a cui sottoponeva le sue preparazioni, potesse avere influenza sul resultato finale. L' esperienze del Tyndall fatte allo scopo di chiarire questo punto, dimostrarono, che mentre le infusioni sottoposte a delle pressioni di 33 atmosfere, formicolavano dopo l' esperimento di svariati Microrganismi, si otteneva invece la cessazione perfetta di ogni sintomo di vita, sperimentando coll'ossigeno puro, invece che coll' aria.

---

(1) *Tyndall.* Philosophical Transactions. Parte I, 1877.
(2) *Bert.* Compt. Rend. Ac. Sc. t. LXXX, p. 1579.

Da tutto questo il Tyndall crede poter concludere, che quando l'ossigeno venne completamente eliminato dalle infusioni organiche, la vita in esse si estingue; e che dall'altro lato quando questo medesimo gas si trova in eccesso, diventa un veleno mortale per quelli stessi organismi che manteneva in vita, allorchè si trovava in moderata quantità. Come accade per la temperatura, così per l'ossigeno vi sarebbe una zona media favorevole alla vita, al di là della quale, procedendo nei due sensi opposti, essa diventerebbe impossibile.

Gli esperimenti del Tyndall hanno la loro importanza, se non altro perchè tendono a chiarire alcune proprietà vitali dei Microbi, e perchè dimostrano la possibilità di sospendere non solo, ma anche di distruggere definitivamente la vita, privando ora le infusioni di ossigeno, ora ponendovelo in eccesso. Ciò però non toglie, che trattandosi di applicare queste due particolari condizioni a rendere sterili le sostanze destinate alla cultura dei Bacteri, non si debba francamente dichiarare esser pochissimo adatte allo scopo. Siccome con questo mezzo i resultati non sono sempre sicuri, come appare anche dalle esperienze dello stesso Tyndall, e siccome conoscendo le abitudini di vita così svariate dei Bacteri, si può ragionevolmente supporre, che la cessazione e la continuazione della vita nelle infusioni, debba essere in relazione colla natura degli organismi ivi presenti, cioè a seconda che appartengono alla classe di quelli avidissimi di ossigeno, o agli altri pei quali questo gas è un vero veleno, così mi sembra che nessuno vorrà dare la preferenza ai due metodi proposti dal Tyndall, quando voglia contare sopra infusioni indiscutibilmente sterili.

C. — *Filtrazione.*

Un metodo altrettanto buono quanto il calore, per ridurre infecondi i liquidi nutritivi, è la filtrazione. L'uso di questo processo, che permette di privare di Bacteri grandi quantità di liquido alla temperatura ordinaria, e con pochissima spesa, si deve al Pasteur (1), che l'immaginò pel primo nei suoi studii sul Bacillo del Carbonchio, adoperando un filtro di gesso, e producendo l'aspirazione col vuoto.

Filtri Miquel e Benoist. — Il Miquel ed il Benoist (2) presentarono alla Società Chimica di Parigi, un apparecchio che si vede rappresentato nella Fig. 10 della Tav. XIV.

L'apparecchio consiste in un pallone *b* a collo lungo, leggermente conico, e strozzato alquanto in *a*. Al di sotto della strozzatura, v'è una punta capillare *p* stirata al cannello, lunga da 5 a 6 centimetri. Al di sopra della strozzatura si colloca un tampone di amianto ben compresso, e vi si cola

(1) *Pasteur.* Compt. Rend. Ac. Sc. t. LXXXIV, p. 904, 1877; e t. LXXXV, p. 101.
(2) *Miquel* et *Benoist.* Bull. Soc. Chim. d. Paris. t. XXXV, p. 552.

sopra uno strato di gesso stemperato, *t*, per un'altezza di 7 ad 8 centimetri; dopo di che si salda al cannello la punta affilata. L'apparecchio in tal modo preparato è mantenuto per 10 a 15 giorni nella stufa ad un calore di 40°, e poi lentamente riscaldato fino a 170° e 180°. Questa ultima temperatura ha per scopo di distruggere qualunque germe nell'interno del pallone, nell'amianto e nel gesso, e di ricondurre quest'ultimo allo stato di solfato anidro.

Quando si voglia far uso dell'apparecchio, si comincia dal bagnare con acqua il cilindro di gesso già rincotto, per ricondurlo adagio adagio allo stato di idratazione, allo scopo di rendere più aderente il filtro alle pareti di vetro, e di scacciare l'aria dai suoi pori. Ciò fatto si rompe la punta capillare, ed immergendola nell'acqua sterilizzata, si cerca per mezzo di un moderato riscaldamento, di scacciare 40c.c. o 50c.c. di aria dal pallone, che dopo raffreddamento, son rimpiazzati da un ugual volume di acqua microscopicamente pura. Facendo allora bollire l'acqua, finchè sotto forma di vapore esca tutta dalla punta affilata, si salda questa. In tal maniera, per la condensazione successiva del vapore, si produce nell'interno del pallone un vuoto, in modo che un liquido che venga versato nella tubulatura superiore, penetrerà nel pallone attraversando lo strato di gesso, spogliandosi quivi di qualunque minima particella che vi stesse sospesa.

Fra le condizioni indispensabili alla riuscita, v'è che il filtro aderisca alle pareti di vetro, e che riesca abbastanza poroso. Per ottenere la prima condizione è necessario che l'essiccazione del gesso si faccia lentamente, e che la pasta abbia una sufficiente elasticità, cosa che si raggiunge incorporando al gesso un poco di amianto. Per aver poi un filtro che funzioni con qualche facilità, e nel medesimo tempo riesca a trattenere anche le più minute particelle, bisogna che la quantità di acqua usata nell'impasto, sia esattamente calcolata. Se il gesso è in eccesso, il liquido o non passa affatto, o passa con estrema lentezza; se è in difetto, il filtro si riduce in melma, e gli elementi figurati possono attraversarlo.

Il Benoist consiglia le seguenti proporzioni fra le materie da adoperarsi, che manipolate convenientemente, e poste in sito colle regole di sopra accennate, costituiscono un eccellente filtro:

Acqua	p. 16,0
Gesso da formare	» 52,4
Amianto	» 1,6

L'amianto è mescolato all'acqua, e il gesso è incorporato a poco alla volta nel liquido melmoso. Ad onta che sieno state prese tutte le precauzioni accennate, accade talvolta che il gesso si screpola, e presenta col tempo delle fessure, che finiscono per invadere tutta l'altezza del filtro, essendo cagione che il liquido lo attraversi liberamente. Queste screpolature derivano il più delle volte da che il gesso resta sciolto dai liquidi che l'attraversano, alla qual cosa il Miquel cerca di porre rimedio, saturando precedentemente di solfato di calce le soluzioni da filtrarsi. Questo temperamento non è però sce-

vro da inconvenienti, e giustamente gli si rimprovera di diminuire l'alterabilità delle soluzioni organiche, essendo il gesso leggermente antiseptico.

Il Cazeneuve (1) ha pubblicato recentemente alcune osservazioni critiche sull'uso dei filtri di gesso, e fa vedere che agli inconvenienti già segnalati bisogna aggiungerne dei nuovi, inquantochè questi filtri ritengono le materie albuminoidi. Il latte, il sangue, ecc., allungati 10 volte il loro volume di acqua, per agevolarne la filtrazione, si spogliano completamente delle loro materie albuminoidi, le quali non ricompariscono nel liquido che allorquando il gesso se ne è saturato completamente. In questo caso il gesso esercita due azioni ben distinte; la prima di ordine chimico, contraendo una combinazione con talune delle materie albuminoidi; la seconda puramente meccanica, in ragione della sua tessitura capillare, spogliando i liquidi delle materie colloidi che vi stanno in soluzione. Da quest'ultimo lato i filtri di gesso agirebbero come i filtri di porcellana e di terra porosa, i quali al principio della filtrazione lasciano passare qualche centimetro cubo di liquido, privo affatto di materie albuminoidi; ma siccome i filtri di gesso hanno uno spessore molto più grosso di quelli di porcellana, così la saturazione del filtro si produce molto più lentamente. A questi primi inconvenienti additati dal Cazeneuve, se ne aggiunge un altro, molto più grave, dimostrato dalle esperienze dello stesso Autore, che cioè i filtri di gesso trattengono i fermenti solubili, ossia le diastasie. Il filtro di gesso riescirebbe dunque un artifizio estremamente vizioso, quando si volesse indagare se un liquido a fermento deve la sua azione fermentativa o virulenta ad un organismo vivente, oppure ad un principio chimico di natura diastasica. I filtri di porcellana e di terra porosa non hanno questo difetto.

Al filtro di gesso precedentemente descritto, è stato sostituito in questi ultimi tempi nell'Osservatorio di Montsouris, un apparecchio meno fragile, immaginato dagli stessi Miquel e Benoist, il quale si compone di un vaso cilindrico di rame argentato, coronato superiormente da un cilindro del pari di rame, ma più stretto, che si adatta a perfetta chiusura col recipiente sottoposto, e che è destinato a contenere le materie porose filtranti, le quali, oltre il gesso, possono essere dischi o cilindri di calcare, di argilla cotta, ecc.

Questi filtri vengono cementati alle pareti del cilindro minore per mezzo di un luto insolubile, e inalterabile alla temperatura di 200°. L'apparecchio funziona sotto l'azione del vuoto che si pratica nel recipiente inferiore. Il liquido, posto nel cilindro superiore, filtra in virtù dell'aspirazione a traverso la materia porosa. Alcune chiavette giudiziosamente disposte, e alcuni tubi provvisti di tamponi di amianto, permettono di fare il vuoto e di mantenervelo, non che di estrarre il liquido filtrato e rintrodurre l'aria esterna nell'apparecchio, senza che questa vi apporti alcun germe (2).

---

(1) *Cazeneuve.* Obsérvations critiques sur l'emploi des filtres de plâtre pour stériliser les liqeurs. (Bull. Soc. Chim. d. Paris. t. XLII, 1884, p. 89).

(2) Vedi la Fig. 60 a pag. 166 del Libro del Miquel: Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris, 1883.

Filtro Chamberland. — Nel Laboratorio di Pasteur per ottenere liquidi infecondi per mezzo della filtrazione, e per separare i Microbi dai loro terreni di cultura, si adoperano presentemente dei vasi o tubi porosi di porcellana mezza cotta, e l'operazione si fa sotto la pressione di 2 atmosfere. Lo Chamberland (1) propone questi tubi porosi, che egli chiama *bougies filtrantes*, per aver l'acqua potabile fisiologicamente pura. Egli adatta l'apparecchio ai condotti dell'acqua potabile, e se la pressione non è inferiore a 2 atmosfere, con questo mezzo si possono filtrare fino a 20 litri di liquido per giorno. Le acque le più impure, trattate in tal modo, non contengono più nè Microbi adulti, nè germi, e possono essere aggiunte in qualunque misura ai liquidi i più putrescibili, senza produrre la minima alterazione.

Filtro Gautier. — Il migliore di tutti gli apparecchi di filtrazione per la sterilizzazione dei liquidi, a parer mio, è quello immaginato e descritto ultimamente dal Gautier (2). Questo sperimentatore, allo scopo precipuo di rimediare al difetto dei filtri di gesso, che trasformano completamente i liquidi filtrati, ed agli inconvenienti dei filtri di terra porosa dal lato delle giunture, ha fatto costruire dei filtri in porcellana mezza cotta o in maiolica, ai quali dà la forma di bottiglia a collo lungo e stretto, e il cui fondo è foggiato a guisa di cono rovesciato. Un tubo di vetro a grosse pareti penetra dal collo sino al fondo della bottiglia, e nella porzione che sporge fuori del collo si piega a squadra, e termina con una punta conica e smerigliatata. Il tubo di vetro vien fissato stabilmente al collo della bottiglia per mezzo del borosilicato di piombo (3). Il filtro può essere sterilizzato facilmente, scaldandolo ad una fiamma Bunsen.

Il vaso destinato a ricevere il liquido filtrato, consiste in un pallone di vetro a collo affilato, che ha un tubo piegato ad angolo retto, il quale arriva fino al fondo del pallone, ed ha saldato lateralmente al collo un altro tubo, che serve a fare il vuoto nell'interno del pallone. L'uno e l'altro di questi tubi finiscono a cono negativo smerigliato.

Posti due tamponi di ovatta all'estremità dei due tubi, si sterilizza alla stufa il pallone, e quindi, tolti i due tamponi, e arroventate le parti, si introduce nel cono negativo del tubo che va in fondo al pallone, l'estremità conica appuntata del tubo di vetro del filtro, e si protegge la giuntura con qualche goccia di ceralacca. All'estremità svasata dell'altro tubo, dal quale deve praticarsi il vuoto, si colloca un piccolo tubo di vetro ripieno di amianto,

(1) *Chamberland*. Compt. Rend. Ac. Sc. t. XCIX, p. 247, 1884.

(2) *Gautier A*. Stérilisation a froid des liquides férmentescibles. (Bull. Soc. Chim. d. Paris. 1884. t. XLII, p. 146).

(3) Questo mastice si prepara nel modo e nelle proporzioni che appresso:

Acido borico cristallizzato	p.	8
Silice	»	2
Minio	»	12

Si fondono le tre sostanze, si cola e si polverizza finamente; si mescola con essenza di trementina, e si applica sulle parti che si voglion saldare, scaldando poi fino al rosso.

e provvisto anche lui di un cono appuntato e smerigliato, che penetra nella corrispondente svasatura. Si arroventa l'amianto, e si chiude la giuntura con ceralacca.

Tutto allora è pronto per la filtrazione. Si comincia dal bagnare la bottiglia filtrante, e si immerge nel vaso che contiene la soluzione da filtrare. Si fa il vuoto nel pallone, ed il liquido non tarda a traversare il vaso poroso dal di fuori al di dentro, e passa nell'altro recipiente perfettamente limpido.

I liquidi più difficili a filtrarsi (siero di sangue, soluzioni albuminose) passano rapidamente a traverso questi corpi porosi. I precipitati si depongono alla superficie esterna del filtro, e possono facilmente esser raccolti. Quando il filtro ha servito lungamente, volendo rendergli le sue qualità filtranti primitive, non si ha da fare altro che scaldarlo fino al calor rosso entro una muffola.

Per travasare o attingere porzioni del liquido filtrato, basta staccare le due parti dell'apparecchio, e soffiare dal lato del tubo coll'amianto, perchè il liquido esca dall'altro tubo che va sino al fondo del pallone.

Ad onta dei molti pregi che il filtro del Gautier presenta sugli altri, pure anche questo non va affatto esente dal difetto di modificare alquanto nelle loro proprietà alcuni liquidi organici, come sarebbero le soluzioni albuminose dell'uovo e della caseina, e simili.

CAPITOLO VIII.

Incubazione dei germi nei liquidi nutritivi, e modo di riconoscerne l'alterazione.

§ 1. — *Incubazione dei germi.*

I liquidi o le sostanze nutritive che han servito a raccogliere i Bacteri dall'atmosfera, debbono essere posti in condizioni tali di temperatura e di tempo, da permettere che la vita che vi è stata seminata allo stato di germe, si svolga e si manifesti in forma di individui adulti, suscettibili di esser riconosciuti e determinati nei loro generi e nelle loro specie.

Temperatura necessaria allo sviluppo dei germi. — Se per poco riconduciamo alla mente quello che ripetutamente fu detto in questo libro, circa le attitudini vitali dei Bacteri, ci persuaderemo facilmente che una stessa temperatura non può essere ugualmente favorevole, allo svolgimento ed alla moltiplicazione delle diverse specie di Microfiti, che si posson trovare nell'atmo-

sfera, e nei liquidi nutritivi che li hanno raccolti. Noi sappiamo infatti che i Bacteri sono diversamente sensibili al calore, e che ve ne sono taluni i quali si compiacciono di temperature di soli 25°, mentre altri crescono benissimo ed anche meglio a 40°, e perfino a 50°.

Quantunque il Cohn (1) abbia scritto che ad una temperatura di 50° a 55°, cessi la riproduzione e lo sviluppo di ogni Bacillo, mentre a tale temperatura le loro Spore non perdono la facoltà di germogliare, il Miquel prima, ed il Van Tieghem dopo, hanno dimostrato che per alcuni Bacteri la temperatura segnata dal Cohn come limite estremo, può essere oltrepassata di non poco. Infatti il Miquel (2) nel 1879 annunziò per la prima volta la presenza di una singolare specie di Bacillo, che vive e si riproduce a 70°; ed il Van Tieghem (3) cita un Micrococco ed un Bacillo immobile, che ha la proprietà di resistere ad un calore umido di 74°.

Qualunque però possa esser l'escursione che separa i limiti estremi della temperatura, compatibile colla vita e colla evoluzione dei Bacteri, è certo che il calore non deve essere nè troppo basso, nè troppo alto. Tenendo conto delle osservazioni che si posseggono in proposito, si può stabilire che la media di 30° a 35° è quella da adottarsi, perchè più conveniente allo sviluppo della maggior parte delle Bacteriacee. Taluni poi preferiscono di lasciare i liquidi nutritivi, che raccolsero i germi dell'aria, alla temperatura ordinaria del Laboratorio, ponendoli cioè in condizione da risentire le variazioni termiche, che avvengono fra il giorno e la notte. Ben s'intende che n questi casi, la temperatura del locale nei tempi invernali deve esser mantenuta a quel grado di calore, che si richiede negli ambienti abitati. Qualora però si preferisca mantenere i liquidi nutritivi a temperature fisse, o variabili solo di qualche grado, si farà uso di una stufa ad aria calda, riscaldata dal gas da illuminazione, nella quale la temperatura potrà mantenersi costante facendo uso dei regolatori del Bunsen, dello Schloesing, del Reichert, del Meyer, del Giroud, del Moitessier, dell'Arsonval ecc., il quale ultimo, a mio parere, è fra i migliori (4). Con un poca di pratica si giunge però anche a fare a meno di questi regolatori, moderando a mano le fiammelle del gas.

La stufa dovrà essere abbastanza ampia da ricevere al tempo stesso buon numero di apparecchi; sarà a doppie pareti, per impedire le perdite di calorico, e sarà bene che uno dei suoi lati sia provvisto di una larga apertura, munita di cristallo, che lasci passare la luce nell'interno della stufa, onde al bisogno l'evoluzione dei germi possa farsi in condizioni più vicine a quelle che si hanno in natura.

---

(1) *Cohn.* Beitr. z. Biol. d. Pfl. Bd. II, p. 271.

(2) *Miquel.* Bull. d. Statist. d. la Ville de Paris. Déc. 1879, p. 673; e Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1881 p. 464.

(3) *Van Tieghem.* Sur les bacteriacées vivantes à la température de 74°. (Bull. Soc. botanique de France, 1881, p. 35).

(4) *Roster G.* I nuovi regolatori della temperatura del D'Arsonval. (Riv. scient. industr. 1880. p. 63).

Durata della incubazione. — In quanto al tempo necessario perchè nei liquidi si manifestino i segni dell'alterazione, dovuta ai germi atmosferici che vi furon seminati, diremo che questo è variabile, e che se non è facile averne la prova avanti le 24 ore, vi sono dei rari casi in cui l'alterazione si manifestò solo dopo 50 giorni, e dei rarissimi in cui avvenne anche dopo 100. Tolti questi ultimi casi eccezionali, i segni dell'alterazione non si fanno aspettare al di là di un mese, e compariscono abitualmente fra il 3.° e il 4.° giorno. Il Miquel sopra 1000 liquidi alterati, ebbe a verificare 258 alterazioni fra il 3.° ed il 4.° giorno; 178 al 2.° giorno, e sole 29 al 1.° Al 4.° 167, al 5.° 128; dal 6.° giorno all'8 ° la proporzione dei liquidi guasti andò rapidamente diminuendo. Oltrepassato il 15.° giorno i casi eran rari, e si ridussero a 5, 3 ed 1 per giorno, fino al 27.° giorno, passato il quale tutti i 1000 liquidi nutritivi erano già corrotti.

§ 2.° — *Segni visibili dell'alterazione nei liquidi nutritivi.*

L'alterazione dei liquidi si rende manifesta ad occhio nudo colle seguenti apparenze, e nei diversi modi che appresso:

1.° Il liquido conserva la sua limpidità, e fa solo vedere in fondo al vaso un deposito più o meno abbondante, più o meno leggiero o compatto;

2.° Il liquido conserva la sua limpidità nella maggior parte della massa, e presenta solo una pellicola, o uno strato opaco alla superficie;

3.° Il liquido si mostra per la maggior parte chiaro, ma fa vedere qua e là dei fiocchi leggieri e delle nubecole;

4.° Il liquido si mostra uniformemente torbido, ora in grado leggerissimo, tanto da dare una opalinità; ora invece fortemente e decisamente torbo e come melmoso, ma non ha mai nè deposito al fondo del vaso, nè pellicola alla superficie;

5.° Il liquido è torbo in diverso grado in tutta la sua massa, ma nel medesimo tempo ha deposto materia più o meno abbondante in fondo al vaso, oppure mostra alla superficie una pellicola o uno strato di vario spessore.

Da tutto questo resulta che in complesso le alterazioni dei liquidi si manifestano tutte sotto forma di turbata trasparenza, o totale o parziale, sia perchè le particelle nuovamente sviluppate restano a permanenza sospese nel liquido; sia perchè si radunano di preferenza in qualche parte di esso, o nelle zone medie con l'aspetto di isole, di nubecole, di fiocchetti, di arborizzazioni; sia perchè restano alla superficie formando un velo o uno strato di vario spessore; sia perchè aderiscono al fondo o alle pareti del vaso, sotto forma di depositi o di incrostazioni di vario aspetto, di varia consistenza e di vario colore.

Gli intorbidamenti oltre ad essere o leggieri e appena sensibili, oppure fortissimi, come quando si sviluppano contemporaneamente e in abbondanza Micrococchi, Bacteri, Bacilli e Vibrioni, possono anche essere fugaci o permanenti. Il primo caso si verifica quando la specie non trova nel liquido le condizioni adatte al suo sviluppo, sia perchè povero di principi nutritivi, sia

perchè v' è presente una sostanza antiseptica. In queste condizioni gli organismi dopo un tentativo di vegetazione, precipitano al fondo del vaso, lasciando il liquido sovrastante limpidissimo. Il secondo caso sta a rappresentare che il Microfito ha trovato terreno favorevole e adatto alla sua moltiplicazione. È difficile però che l'intorbidamento, anche in questi casi, duri indefinitamente, ma sussiste invece finchè la specie trova nel liquido materiali nutritivi da appropriarsi. Esauriti questi, o reso l'ambiente improprio alla vita per l'accumulo di gas e di materie tossiche, resultato degli atti vitali del Microfito, questo cade inerte al fondo (Micrococchi), o risale alla superficie (Bacteri e Bacilli).

Un' alterazione intermedia fra l'intorbidamento uniforme e il deposito, è quella rappresentata da nubecole, da fiocchetti, da nappe, da ramificazioni sospese fra le due acque, e che lasciano il resto del liquido perfettamente chiaro. Gli organismi che si presentono sotto quest' aspetto appartengono generalmente alle Muffe, sebbene anche taluni Bacteri filamentosi possano assumere questa forma particolare di aggregazione. Nel caso di Muffe, i fiocchetti, le nappe e le arborizzazioni variamente colorate, più o meno stipate, ma sempre di aspetto leggiero e come setacee, seguitando a crescere e moltiplicarsi nelle zone medie del liquido, si intrecciano in vario senso, si confondono, si allungano e finiscono per invadere la superficie del liquido, ricoprendolo di efflorescenze verdastre, giallastre, azzurre, rosse e perfino nere. Siccome però la presenza delle Muffe non esclude quella dei Bacteri, così non è raro il caso, che insieme o successivamente alla comparsa delle forme descritte, non apparisca anche un intorbidamento del liquido, dovuto alla presenza di Bacteri.

I depositi che si formano nei liquidi nutritivi alterati, si presentano in condizioni e sotto aspetto ben diverso. Ora sono riuniti in piccola massa nella parte più declive del vaso, ora invece aderiscono uniformemente alle pareti di esso (Micrococchi). Se pesanti, raggiungono ben presto le parti più basse, e vi si fermano in uno strato uniforme ed immobile. Se leggieri o fioccosi, rimangono semi-sospesi, ondulanti, e talvolta si irradiano nel liquido con esilissimi prolungamenti e con maglie da sembrare tele di ragno.

Altri caratteri che posson servire a dichiarare il liquido alterato, si referiscono alla consistenza, all' odore ed al colore. Il liquido, mantenendosi all' occhio trasparente, può divenir filante, fino a raggiungere la consistenza della chiara dell' uovo; può acquistare odori differenti, di ammoniaca, di prodotti putridi, di idrogeno solforato, di acido butirrico. Trattandosi però di germi atmosferici mancano generalmente quegli odori nauseabondi, che non fanno mai difetto nel caso di Bacteri del suolo o delle acque corrotte.

Quasi sempre il liquido sotto l' influenza dell' attività vitale che in esso si svolge, cambia di colore. I liquidi moderatamente coloriti ora si fanno quasi incolori, ora invece più cupi. Se incolori, posson diventare gialli, gialliverdastri, più raramente rossastri, e bluastri. Sotto l' azione specialmente delle Muffe, alcuni liquidi, come il brodo e il siero del sangue di bove, prendono delle stupende tinte gialle, verdi, azzurre o rosse.

Queste le alterazioni macroscopiche che subiscono i liquidi nutritivi in cui furono seminati i germi aerei; alterazioni che ora sono piccole, ora profonde, ma sempre tali da rendersi visibili ad occhio nudo.

CAPITOLO IX.

Riconoscimento dei Bacteri al microscopio.

La diagnosi della presenza dei Bacteri formulata sui caratteri fisici, che presenta un' infusione organica alterata in seguito allo sviluppo di questi microrganismi, ha sempre bisogno della conferma del microscopio, il quale solo può dare un giudizio assoluto, e dire se l' inalbamento, il deposito o la pellicola del liquido nutritivo, è veramente dovuta alla presenza di Microfiti. Accanto dunque ai caratteri fisici posti in rilievo dall' ispezione oculare, altri e più importanti ne svela il microscopio, il quale solo è in grado di giudicare della natura e del genere di vita che si svolge nel liquido alterato; come altri ne scopre la chimica, la quale, nella parte liquida e nell' atmosfera che le sovrasta, trova: l' acido carbonico, gli idrogeni fosforati, l' ammoniaca, l'acido solfidrico; alcuni gas putridi poco conosciuti; l'acido lattico, il butirrico e il succinico; la tirosina, la leucina, ed alcuni altri prodotti accennati dallo Schutzenberger nei suoi classici lavori sullo sdoppiamento delle sostanze albuminoidi, e illustrati dal Pasteur, dal Wurtz, dal Gautier, dal Béchamp, dall' Hoppe-Seyler, dal Brieger, dal Selmi, dall' Etard, dal Giannetti e Corona, dal Brouardel e dal Boutmy, dal Bouchard, dal Salkowski e da molti altri, che hanno studiato l' argomento dal lato chimico.

Quando i Bacteri si trovano in un liquido allo stato naturale, cioè quando il liquido non fu soggetto a preparazioni di sorta, è possibile riconoscerli per i loro caratteri morfologici, e per il modo di comportarsi in presenza degli acidi e degli alcali. Nel primo caso servono a farli distinguere le forme particolari a ciascun genere ed a ciascuna specie, ed anche le disposizioni che presentano i singoli individui (Diplococchi, Petalococchi, Streptococchi del Billroth), nonchè il modo speciale col quale si aggruppano in serie o in masse (forme di Catenelle, di Zooglæa, di Micoderma, di Leptothrix). Nel secondo caso la resistenza eccezionale all' azione dell' acido acetico concentrato, ed alle soluzioni di potassa al 2 0/0, serve a farli riconoscere da altri elementi, che sono attaccati e disfatti da questi reattivi. Chi volesse approfondire maggiormente i modi per riconoscere i Bacteri nei liquidi naturali, può ricorrere alla classica descrizione che ne dà il Koch (1).

---

(1) *Koch.* **Mittheilungen d. Kais. Gesundheitsamte. Berlin.**

Non sempre però il microscopio riesce con uguale facilità e prontezza a riconoscere tutti i Bacteri, quando specialmente appartengano alle specie le più minute e di apparenza granulare (Micrococchi); o quando nel liquido sien frammisti a molta materia granulosa e amorfa, che in parte li nasconde, e colla quale possono facilmente confondersi. In questi casi, che sono i più frequenti, bisogna ricorrere ad artifizi speciali, come l'uso di sostanze coloranti o di reattivi, i quali ne accusino maggiormente i contorni, e li facciano spiccare su la materia che li circonda, impartendo loro, in virtù appunto del coloramento, l'aspetto di veri e propri Bacteri.

§ 1.° — *Reattivi coloranti.*

I Bacteri, al pari di molti organismi più elevati, si imbevono di molte materie coloranti che assorbono in copia, e che trattengono con singolare tenacità, anche sotto i vari reagenti capaci di scolorare tutte le altre sostanze che li circondano. Questa proprietà, che appartiene ai Bacteri al massimo grado, è stata utilizzata come reazione caratteristica capace di distinguerli e di riconoscerli, sia in mezzo alla molta materia granulosa che costituisce i depositi delle infusioni organiche alterate, sia in mezzo ad altri elementi cellulari, o nel seno stesso dei tessuti.

Molte possono essere le sostanze coloranti da adoperarsi con questo intendimento. Generalmente parlando i metodi di colorazione usati per gli elementi nucleari dei tessuti, sono i migliori metodi di colorazione dei Bacteri. Possono servire come materie coloranti la Ematoxilina; le diverse preparazioni di Carminio (Carminato di ammoniaca, Picrocarminio, Borocarminio, ecc.); i colori basici di Anilina (Magenta, Fucsina, Blu di Genziana, Metilvioletto, Blu di Lione, Magdala, Dahlia, Bruno di Bismark, Vesuvina, Bruno di Metilene, Eosina, Metilverde, ecc.), in soluzioni acquose o alcooliche, e nelle proporzioni di 1 a 2 0/0 e più (1). Secondo il Koch, si può ottenere una colorazione più intensa, se l'operazione è fatta ad una temperatura di 50° C.

Non tutti i Bacteri si colorano ugualmente bene, nè a tutti conviene il medesimo colore. I Micrococchi in genere sono i più difficili; i Bacilli invece si colorano meglio, e più prontamente (Bacilli della putrefazione e del Carbonchio). I Bacilli della Lebbra si tingono bene combinando il Violetto di Genziana e il Metilvioletto colla Fucsina, ed anche col Bruno di Bismark (Majocchi e Pellizzari); gli Spirilli della Febbre ricorrente si rendono molto appariscenti col Bruno di Anilina (Koch); i Bacilli della Tubercolosi col Blu di Metilene in unione al Bruno di Bismark (Koch).

Sebbene il Weigert nella colorazione dei Bacteri preferisca una solu-

(1) Allo scopo di evitare l'alterazione a cui vanno facilmente incontro le soluzioni acquose rammentate, quando sieno preparate da qualche tempo, val meglio tener in pronto delle soluzioni alcooliche dei diversi colori, colle quali si preparano le soluzioni acquose al momento di adoperarle.

zione di Ematoxilina (1), pur tuttavia bisogna convenire che questo metodo, come pure l'altro del Carminio, non fornisce i resultati che si ottengono coi colori di Anilina. Il Koch (2) per distinguere i Bacteri in mezzo agli elementi figurati dei tessuti, indurisce questi prima nell'alcool, e quindi li pone in sottili fettuccie in una soluzione piuttosto concentrata di Metilvioletto. Le sezioni così colorate si lavano nell'alcool ordinario, poi coll'olio essenziale di garofani, e si conservano chiudendole nel balsamo del Canadà, o in altra sostanza resinosa. In alcuni casi più difficili il Koch combina l'azione del Blu di Metilene colla Vesuvina, come fece ultimamente per scoprire il suo Bacillo nelle recenti formazioni tubercolari. La manovra che egli eseguisce in questo caso è la seguente. Comincia dal porre il frammento del tessuto, precedentemente seccato, in una soluzione di Blu di Metilene (3) per 24 ore, quindi per un minuto o due in una soluzione concentrata di Vesuvina La Vesuvina sposta il colore blu da tutti gli elementi, eccettuati i Bacilli, che in tal modo vengono a staccare visibilmente sul fondo rosso bruno della preparazione, dopochè è stata lavata con acqua stillata, poi con alcool e quindi rischiarata con olio di garofani e posta nel balsamo del Canadà (4).

L'Ehrlich (5) ha modificato nel seguente modo il processo del Koch. La preparazione è scaldata per qualche minuto fino a 110° per coagulare l'albumina, e posta quindi nell'acqua satura di olio di Anilina, dove si colora intensamente. Si tratta allora con un miscuglio di una parte di acido nitrico con due parti di acqua, il quale in breve tempo rende pallida tutta la preparazione, lasciando solo i Bacteri colorati in blu.

A questi metodi speciali di coloramento dei Bacteri, si può aggiungere quello ideato dal Miquel per tingere le colonie microbiche sulla carta gelatinata, che fu già minutamente descritto, parlando del modo di sperimentare coll'Aeroscopio registratore dei Bacteri (6); e gli altri del Gram (7), del Malassez e Vignol (8), del Friedländer (9), del Lustgarten (10), del Büchner (11),

---

(1) La ricetta data dal Weigert è la seguente:

Ematoxilina	p.	2. —
Alcool	»	100. —
Acqua still.	»	100. —
Glicerina.	»	100. —
Allume.	»	2. —

(2) *Koch.* Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfectionskrankeiten. Leipzig, 1878.

(3) La mistura adoperata dal Koch è la seguente:

Acqua still..	100.00
Soluzione concentrata di Blu di Metilene . .	1.00
Soluzione di potassa al 2 ₀/⁰.	0.20

(4) *Koch.* Die Aetiologie der Tuberkulose. (Berl. Klin. Wochenschr. 1882, p. 221.

(5) *Ehrlich.* Deutsch. med. Wochenschr. 1882.

(6) Vedi p. 326.

(7) *Gram.* Fortschritte der Medicin, 1884.

(8) *Malassez* et *Vignol.* Arch. d. Phys. et d. Path., 1884, N.° 6.

(9) Vedi: *Hueppe.* Die Methoden der Bakterien Forschung, 1885.

(10) *Lustgarten.* Wiener medizinische Wochenschrift, 1885, N.° 17.

(11) *Büchner.* Aerztliches Intelligenzblatt, 1884.

del Doutrelepont e Schütz (1), dell' Hueppe (2), ecc., che si potranno consultare nei lavori originali.

Quando si tratta di esaminare un liquido o un deposito, allo scopo di rintracciare la presenza di Bacteri, io opero nel seguente modo Pongo sopra una lastrina di vetro da microscopio una goccia del liquido da esaminarsi, e la faccio evaporare o lentamente all' aria, coprendola con una campana, o meglio nel vuoto entro un essiccatore con l' acido solforico. Quando la goccia ha lasciato il suo residuo, vi colo sopra un poca di soluzione acquosa o alcoolica di Blu di Genziana, o di altra sostanza colorante secondo i casi, in modo che ricopra completamente il residuo, e lascio che tutto si evapori o all' aria libera o nell' essiccatore. Pongo allora la lastrina direttamente sotto un filo d' acqua corrente, che vi batta sopra, e ve la lascio finchè l' acqua mostri di sciogliere colore, dopo di che sottopongo nuovamente il preparato all' essiccazione. Una volta perfettamente asciutto, verso sopra qualche goccia di olio essenziale di garofani, inclino la lastra in maniera da farvi scorrere ripetutamente l' olio, il cui eccesso tolgo con carta bibula, e torno a ripetere l'operazione, finchè non vi sia più sostanza colorante da estrarre. Ciò fatto, colo sul piccolo residuo una goccia di balsamo del Canadà (3), e chiudo la preparazione che è pronta per essere esaminata. I due trattamenti con l'acqua e con l' olio essenziale di garofani, hanno per oggetto di asportare ognuno alla lor volta l' eccesso di colore dal residuo, e specialmente dalla materia granulosa e amorfa che è commista ai Bacteri. In tal modo rimangono colorati i soli Bacteri, che è possibile allora scoprire, anche se minuti e rari, o se mascherati da sostanza estranea, e distinguerli da altri corpuscoli che per avventura potessero simularne la forma e l' aspetto.

§ 2.° — *Reattivi precipitanti.*

Non di rado avviene che in un liquido adoperato per l' esperienza, i Bacteri sieno in numero così scarso, da esser difficile raccoglierne qualche individuo sotto il campo del microscopio, anche cercando di mantenere

(1) *Doutrelepont* und *Schütz*. Deutsch. med. Wochenschrift, 1885. N.° 19.

(2) *Hueppe*. Die Methoden der Bakterien Forschung, 1885.

(3) Le preparazioni fatte coll' ordinario balsamo del Canadà, come si trova in commercio, acquistano col tempo tale trasparenza, che dopo un mese o due, non si riesce più a scorgervi quei Bacteri, che si vedevan così bene appena fatta la preparazione. Si aggiunga poi che gli organismi, oltre esser ridotti trasparenti, hanno perduto anche la colorazione caratteristica loro impartita dai colori di Anilina. La causa di tutto questo è che il balsamo del Canadà del commercio, sia pure del più bello e del più puro, contiene sempre una certa quantità di olio essenziale. Per rimediare a tale inconveniente, uso di sottoporre il balsamo in capsula di porcellana ai vapori dell'acqua bollente, per tre giorni consecutivi, avendo cura di agitare di tanto in tanto con una bacchetta di vetro. Dopo questa operazione il balsamo perde tutto il suo olio essenziale, ed una volta raffreddato, si riduce in una massa trasparente, secca, friabilissima, che polverizzo e sciolgo in essenza di trementina o in qualche altro veicolo (cloroformio, alcool assoluto), fino ad avere un liquido di consistenza siropposa. Si può adoperare anche il balsamo secco così com' è, senza sciogliero, ponendone un frammento sulla preparazione, ed operando a caldo col metodo da tutti conosciuto.

il liquido in riposo, e sottoponendo all'esame le ultime porzioni raccolte per decantazione. Giova allora in questi casi ricorrere a qualche sostanza che abbia la proprietà di uccidere questi Microrganismi, senza deformarli, e farli cadere in fondo al vaso, da dove possano esser raccolti prendendo l'ultima goccia.

Acido Osmico. — L'acido Osmico, proposto dal Certes (1) per la ricerca dei Microrganismi nelle acque, è la sostanza che da questo lato riesce meglio delle altre. La soluzione di acido Osmico, quale la propone il Certes, è di 1,5 per cento. Un centimetro cubo di essa basta per 30c.c. a 40c.c. del liquido da esaminarsi. A questa dose tutti gli organismi vegetali ed animali sono uccisi rapidamente, e fissati nelle loro forme. L'azione tossica e fissatrice dell'acido Osmico sembra generale, perocchè si fa sentire non solo sui Bacteri, ma sulle spore delle Muffe, sulle Alghe, sopra tutti gli Infusori, e sopra gli animali anche di ordine più elevato. Ad evitare che l'acido Osmico per un azione troppo energica annerisca, come accade talvolta, gli organismi precipitati, pochi minuti dopo la sua aggiunta si allunga il liquido con acqua stillata sterilizzata. Nei liquidi molto carichi di Microrganismi, l'esame microscopico può aver luogo poche ore dopo l'aggiunta dell'acido, ma per quelli che ne sono scarsi, è bene aspettare 24 ed anche 48 ore. In qualunque caso però, si lascia il liquido in riposo, si decanta con grande precauzione, e si raccoglie il deposito in poche goccie di liquido.

Cloruro di Palladio. — Il Maggi (2) in sostituzione all'acido Osmico, propone il Cloruro di Palladio in soluzione acquosa ad 1/800, adoperato nel medesimo modo, e che secondo l'Autore corrisponderebbe altrettanto bene.

Bicloruro di Mercurio. — Finalmente non voglio tacere di un metodo, che si deve al compianto Pacini, e che è capace di rendere non solo visibile i Bacteri, quanto se fossero colorati, ma anche di conservarli perfettamente inalterati per lunghi anni. Alcune preparazioni del Pacini, esaminate oggi dopo 30 anni da che furon fatte, hanno permesso al Prof. Tafani di riconoscervi ben distinto il Bacillo a virgola del Koch. Tutti sanno come il Pacini da lungo tempo avesse proposto il Sublimato corrosivo in soluzione acquosa, o solo o misto ad altre sostanze, per preparare e conservare gli elementi cellulari isolati. Fra le quattro soluzioni (3) preparate con questo

---

(1) *Certes.* Analyse microscopique des eaux. Paris, 1882.

(2) *Maggi.* Tecnica protistologica. Cloruro di Palladio. (Boll. Scient. N.° 6. 1883).

(3) Ecco il modo con cui son preparate le soluzioni del Pacini:

Soluzione N. 1.

Bicloruro mercurico	p.	1
Acqua stillata	»	200

Serve a conservare ogni sorta di elementi istologici, ma non conviene adoperarla che per *elementi* solidi e non *albuminosi.*

intendimento, egli indica la 2.ª come la più adatta a conservare i minuti organismi (Infusori), e descrive il modo di servirsene. Si versa nel liquido da esaminarsi una piccola quantità della soluzione mercurica; il sublimato uccide e precipita tutti i Microrganismi. Si decanta la massima parte del liquido, e vi si sostituisce una certa quantità della soluzione conservatrice, la quale va mutata per tre o quattro volte di seguito. Allora il deposito è pronto per la preparazione microscopica.

CAPITOLO X.

Separazione e cultura dei Bacteri.

A tutte le investigazioni e manipolazioni fino ad ora descritte, e che hanno il precipuo intendimento di raccogliere, esaminare e numerare i Microrganismi dell'atmosfera, dobbiamo per ultimo accennare ai modi con cui si può studiare successivamente alcune delle specie più interessanti, per mettere in evidenza o i loro caratteri botanici, o le loro proprietà vitali, o la particolare azione che possono esercitare sull'organismo vivente.

Se esistono alcune specie di Bacteri con forme così caratteristiche, che bastano senz'altro a farli distinguere da altre specie analoghe, il più delle volte i criteri morfologici non sono sufficienti per questa distinzione, ed occorre appunto ricorrere ad altre proprietà. Il modo particolare con cui alcuni Bacteri si comportono in presenza dei reattivi coloranti, è già un mezzo per

---

Soluzione N. 2.

Bicloruro mercurico	p.	1
Cloruro sodico	»	2
Acqua stillata	»	200

Può essere generalmente usata per tutti gli *elementi*, tanto *cellulari* che *fibrosi*.

Soluzione N. 3.

Bicloruro mercurico	p.	1
Cloruro sodico	»	4
Acqua stillata	»	200

Destinata specialmente per i *corpuscoli rossi del sangue degli animali a sangue caldo.* Per quelli degli animali a sangue freddo è da preferirsi la soluzione N. 2.

Soluzione N. 4.

Bicloruro mercurico	p.	1
Acido acetico	»	2
Acqua stillata	»	300

Serve a porre in evidenza le *formazioni nucleari* dei tessuti animali.

N. B. Il cloruro sodico e l'acido acetico servono per neutralizzare la proprietà coagulante del Bicloruro mercurico. (*Pacini F.* Di alcuni metodi di preparazione e conservazione degli elementi microscopici. (Giorn. internaz. d. Sc. med. Nuova Serie. Anno II, 1880).

distinguere alcune specie da altre, esempio ne sia il Bacillo della Tubercolosi; ma questo mezzo non può essere utilmente applicato che a pochissimi. Mancando dunque il criterio morfologico, mancando la prova dei reattivi coloranti, non resta che studiare il modo col quale si comporta il Microrganismo nelle culture pure, e nei diversi substrati nutritivi, cioè studiare alcune delle sue proprietà essenziali, e vedere come si adatta e si sviluppa nei diversi terreni di cultura; quali modificazioni è capace di imprimere alla sostanza nutritiva; quali sono le temperature più favorevoli alla sua vegetazione; se e in qual modo è capace di produrre forme durevoli o Spore. Alcuni Bacilli, che morfologicamente non si possono distiguere fra loro che con grande difficoltà, e che non mostrano differenze sensibili ai metodi di colorazione, coltivati nel siero del sangue, nella gelatina o sulle patate cotte, possono abbastanza bene differenziarsi pei modi diversi con cui si compie la vegetazione, e per le modificazioni particolari che imprimono al terreno nutritivo.

Per giungere a studiare con resultato le diverse proprietà biologiche di un dato Bacterio, bisogna che l'individuo soggetto di studio, venga separato dagli altri suoi congeneri o dissimili, e che sia nutrito e moltiplicato a parte, libero da qualunque altro essere vivente, o coltivato come si dice, allo stato di purezza. È questa, per esempio, una condizione affatto indispensabile, quando si voglia giungere a dimostrare che un dato effetto, che si suppone prodotto da un Microfito sul nostro organismo, si deve a lui solo, e non ad altre sostanze organizzate o non organizzate, liquide o solide, che l'accompagnano. Di quante disillusioni infatti non è stato vittima, chi accingendosi a dare la dimostrazione della natura parassitaria di una malattia infeziosa, ha creduto poterlo fare, iniettando sotto la pelle o nelle vene un in liquido complesso, dove si trovavano anche dei Bacteri, riportando esclusivamente a questi gli effetti ottenuti!

Non voglio qui descrivere minutamente tutti i metodi e gli artifizi che fan parte della tecnica complicatissima delle culture frazionate, e dei successivi esperimenti di inoculazione, intrapresi specialmente coll'intendimento di provare la specificità patologica di alcuni Bacteri. Molti sono i libri e le monografie, dove si potranno attingere preziose notizie ed utili insegnamenti, da chi bramasse addestrarsi a queste indagini, e studiare specialmente l'azione specifica o patogenica dei Bacteri sospesi nell' aria, e di tanti altri che vegetano nell' acqua e nel suolo, o che si trovano nell' organismo malato. In questo Capitolo accennerò solo ai metodi generali di sperimentare, ed a quelli apparecchi ed a quelle sostanze nutritive che si preferiscono in tali indagini.

La cultura di una data specie di Bacteri, quando non richieda condizioni particolari di umidità o di temperatura, quando non debba farsi in liquidi speciali o in atmosfere gassose artificiali, o sotto forti o basse pressioni, per cui sieno necessari apparecchi complicati e di estrema precisione, è sempre una manovra abbastanza facile, ed anche spedita.

Se il Bacterio che si vuol coltivare è in un liquido, o in altra sostanza dove esistano contemporaneamente varie altre specie di Microfiti, si tratta di scegliere l' individuo che si vuole studiare, di trasportarlo in un mezzo

nutritivo favorevole alla sua evoluzione, di riprenderlo da questo nuovo ambiente e trapiantarlo successivamente in altro simile, ma scevro da qualunque corpuscolo organizzato, e così di seguito, fino a che dopo 5, 6 o 10 trasporti, l'individuo vegeti solo e sovrano, senza avere a compagni le altre specie del liquido primitivo dove fu raccolto, e dove avvenne la sua prima germinazione. Il momento più opportuno per fare queste trapiantazioni dalla cultura madre al nuovo mezzo nutritivo, è quello in cui il Bacterio si mostra allo stato adulto e in tutta la sua forza di vegetazione, quando cioè può moltiplicarsi per scissione nelle sostanze nutritive, dove i suoi germi avrebbero invece stentato a svilupparsi.

Perchè l'organismo su cui si vuole sperimentare riesca a moltiplicarsi con facilità e prontezza, e perchè la specie possa mantenersi pura, occorre scegliere prima di tutto il subtrato nutritivo più a lui propizio, e poi curare che la sua evoluzione si faccia in apparecchi ed in ambienti, a contatto con una atmosfera priva di qualunque germe estraneo, o dove l'aria esterna non possa penetrare che dopo essersi spogliata di qualunque impurità.

§ 1.° — *Sostanze nutritive.*

La scelta del mezzo nutritivo è questione di prima importanza nella cultura dei Bacteri. Qualunque, in tesi generale, possa essere l'opinione di chi si accinge a sperimentare, sulla preferenza da darsi alle sostanze nutritive liquide o alle solide, una delle prime indicazioni da sodisfare, è di scegliere quel terreno, che più degli altri convenga allo sviluppo ed alla nutrizione del particolare Microfito che s'imprende a coltivare. Se per questa scelta non si posseggono indizi, bisognerà ricorrere a dei saggi di prova, seminando in liquidi o sopra sostanze diverse, una goccia della cultura madre, e fermandosi a quella che a parità di altri pregi, resulti migliore per sensibilità.

Come substrati di cultura possono adoperarsi i liquidi, oppure le sostanze solide. Nel VI Capitolo fu detto abbastanza delle varie specie di liquidi nutritivi, e del modo di prepararli, per servire alla raccolta ed alla successiva evoluzione dei germi dei Bacteri atmosferici. Questi medesimi liquidi possono essere adoperati, con altrettanto profitto, nelle culture allo stato di purezza, da chi preferisca le sostanze liquide alle solide, o nel caso che particolari circostanze obblighino alla scelta di un mezzo liquido.

Per procedere alla coltivazione dei Bacteri in un mezzo liquido, si può prendere con una bacchettina di vetro, o meglio con un filo di platino, una goccietta della cultura madre, e porla in una conserva sterile al coperto delle impurità atmosferiche. Dopo un giorno, talvolta dopo poche ore, tal'altra dopo qualche tempo, la vita apparisce con tutte le sue manifestazioni nella seconda conserva, e si nota che le specie in essa sviluppate, sono in minor numero di quelle della conserva madre, e che per conseguenza il Microfito da coltivarsi è già in parte liberato da alcune delle specie che l'accompa-

gnavano. Prelevando allora dal secondo liquido una goccia, e seminandola in una terza conserva, il Bacterio si troverà a vegetare sempre più solo, e così di seguito, finchè l'osservazione microscopica non dimostri l'assenza di qualunque altra specie.

Col metodo precedente non è sempre facile ottenere nella cultura finale la purezza voluta, senza dire che per giungere al resultato, occorre talvolta ripetere molte e molte volte la medesima manovra. Il Litter per rimediare a questo inconveniente, propose di diluire una piccola porzione della cultura madre con un liquido sterilizzato, adoperando di questo tal quantità, da far sì che i germi vi divengano rarissimi, e che una goccia del miscuglio non ne contenga che uno o due tutt' al più. Se allora si seminano delle goccie del nuovo liquido in altri liquidi nutritivi sterilizzati, potremo aver la fortuna di trovarne qualcuno dove non vi sia nata che la specie da studiarsi.

Un altro metodo, che può riuscire nelle culture dei Bacteri allo stato di purezza, quando si preferisca un substrato liquido, è quello che si basa sulle differenze di attività riproduttiva che hanno le diverse specie di Bacteri, e sul fatto che un dato liquido nutritivo, oppure condizioni differenti di temperatura, si mostrano più adatte a favorire la vita di certe specie che di certe altre. È evidente infatti che se una specie si moltiplica più rapidamente di quelle a cui è associata, rimarrà appunto per questo in eccesso nel nuovo liquido di cultura dove fu seminata colle specie commiste; e se le successive trapiantazioni si faranno ciascuna volta, avanti che le specie concomitanti abbiano avuto tempo di svilupparsi, finiremo per avere una cultura pura del Bacterio che si vuole studiare.

Lo stesso intento potrà esser raggiunto scegliendo a bella posta un liquido che abbia tali condizioni di composizione e di temperatura, da riuscir favorevoli allo sviluppo della specie coltivata, e da opporsi invece alla moltiplicazione delle altre specie concomitanti.

Ad onta di questi particolari artifizi, che rendono più facili e più pronte le coltivazioni fatte nelle sostanze liquide, non tutti oggigiorno le usano volentieri; e se altra volta, dietro l'esempio del Pasteur, furono le sole adoperate, adesso moltissimi preferiscono la gelatina rappresa o la polpa di frutti carnosi o di tuberi, come quelle che offrono vantaggi incontestabili sulle sostanze liquide. È specialmente in Germania, dietro l'esempio dato prima dallo Schröter e dal Klebs, e poi raccomandato dal Koch, che si fa uso di gelatina solidificata, distesa in lastre o contenuta in tubi da saggio, oppure anche di patate cotte (1).

L' uso della gelatina rappresa, sia sola, sia commista ad altre materie

(1) Il Koch ha il merito di aver volgarizzato l'uso della gelatina rappresa, e di aver additato i modi per rendere le culture su questa sostanza alla portata di tutti; ma è a torto che si attribuisce a lui l'invenzione delle culture nei substrati solidi. Furono lo Schröter ed il Klebs di Praga che eseguirono nel 1872 e 1873 le prime culture di questo genere. Dopo di loro il Brefeld, nel 1875, tentò pure simili indagini, come lo Schönauer nel 1877 ed il Miquel nel 1878, fecero uso delle gelatine rapprese, ed il Gravitz ed il Wernich, circa la medesima epoca, adopravano i substrati solidi nelle culture dei Bacteri.

nutritive, va sempre più guadagnando favore, e finisce quasi da per tutto per sostituirsi ai liquidi, i quali rimangono però sempre preferibili in speciali circostanze, e quando si voglia raccogliere da una data quantità di aria i Bacteri che vi stanno sospesi; e a più forte ragione poi, quando si tratti di numerarli col metodo indiretto delle culture frazionate.

Per le culture di una data specie di Bacteri la gelatina rappresa offre degli incontestabili benefizi. Se nei liquidi i germi che vi furono seminati, possono spandersi in ogni direzione, e le specie moltiplicarvisi alla rinfusa, la gelatina, a cui sia stata mescolata una goccia contenente diversi germi e di natura diversa, una volta che si rapprenda, imprigiona ogni corpuscolo nel luogo in cui fu deposto, e il germe si moltiplica in individui che si riuniscono in masse e gruppi, formando altrettante *colonie* o *famiglie*, senza che vi sia miscuglio, e senza che lo sviluppo di una noccia allo sviluppo ed al distendersi dell'altra. Ogni specie rimane così separata e distinta, e la proporzione dei germi primi, ed il numero delle specie, si può distinguere e contare dal numero e dai caratteri delle colonie sviluppate. Mentre in un liquido, se lo sviluppo di una data specie avviene in modo meschino e stentato, il conseguente intorbidamento, perchè piccolo, può passare inosservato, nella gelatina tutti gli individui, restando riuniti in colonia, nè potendo spandersi più o meno lontano, l'alterazione si rende ben manifesta, ed il luogo dove la colonia si è sviluppata apparirà, anche ad un occhio nudo, come una macchietta, o come una smangiatura facilmente riconoscibile.

Altro pregio non piccolo che presentano le sostanze nutritive solide, e in modo particolare la gelatina, è di poter seguire ad occhio nudo la colonia ad ogni istante nelle sue fasi di sviluppo; e quando si usi anche di un debole ingrandimento, di potere apprezzare al microscopio, non già i caratteri dei singoli individui, ma le proprietà e le abitudini della colonia, e il modo di moltiplicarsi e di estendersi degli individui, quando son riuniti in famiglia. I diversi Bacteri non si comportano ugualmente da questo lato. Vi sono alcune specie che si moltiplicano in estensione, altre in profondità ed in larghezza nel medesimo tempo. In taluni casi la colonia è compatta, in forma di sfera, di lente, di gocciola, di placca, a contorni decisi e spiccati; in altri casi offre aspetto irregolare, ora digitata, ora stellata, frastagliata, ramificata, a contorni indecisi, pallidi ed insensibilmente sfumati.

Nè questi sono i soli vantaggi delle culture nei substrati solidi. La colonia sviluppandosi, non solo può prendere forma ed aspetto caratteristico della specie, e può quindi fornire dati preziosi per la determinazione di questa, ma può impartire al mezzo nutritivo tali particolari modificazioni, da avere un nuovo carattere per la recognizione della specie. Il Bacillo a virgola del Koch, per esempio, ha la proprietà, quando si sviluppa in colonia, non solo di crescere e approfondarsi in forma di imbuto, ma di fluidificare anche la gelatina dove vegeta. È anzi l'aspetto particolare che assume la colonia di questo Bacillo, e l'altro carattere di fluidificare la gelatina, che dovrebbe servire a farlo distinguere da altri Bacilli, aventi con lui a comune la forma a virgola, ma che non godono poi delle medesime proprietà biologiche.

Questi caratteri sarebbero anzi così importanti pel Koch, che egli li dà come l'unico mezzo di specificare il Bacillo colerigeno, da tutti quelli coi quali potrebbe confondersi, e che furon trovati in altre malattie o in altri liquidi.

La cultura dunque di un Bacterio fatta in una sostanza solida o semisolida, concorre potentemente a far riconoscere la specie a cui appartiene, inquantochè questi Microrganismi sono bene spesso caratterizzati, più che dalla loro apparenza morfologica, più che da una sola proprietà biologica, dal complesso delle proprietà che loro appartengono, e che si mettono in evidenza coltivandoli in ambienti appropriati, e in varie condizioni. Secondo il Koch vi sono Bacteri che sono fra loro simiglianti rapporto ad uno o ad un altro di questi caratteri, ma non ve ne sono che presentino le medesime analogie, quando si studino nel complesso della loro proprietà. Le culture del Bacillo a virgola sulle patate, non offrono differenza all'aspetto microscopico da quelle del Bacillo del cimurro; il Bacillo a virgola divide con altri Bacteri la proprietà di liquefare lentamente la gelatina, e con altri ha a comune la forma virgolata, ma non per questo devesi identificare col Bacillo del cimurro, o con gli altri che fluidificano la gelatina, o che hanno forma di virgola.

L'uso dei mezzi nutritivi solidi, ma in particolar modo della gelatina rappresa, si presta infinitamente meglio dei liquidi, alla trapiantazione di una data specie di Bacteri, ed alla cultura successiva allo stato di purezza. Dicemmo come dovendo eseguire questa operazione, quando il Microrganismo da coltivarsi era in un liquido, si prendeva con una bacchettina di vetro, o meglio con un filo di platino, una goccietta della cultura madre, e si trapiantava in altro liquido nutritivo sterilizzato, e così di seguito per 5, o 8 volte e più, finchè il microscopio non riconoscesse nell'ultimo liquido, che il Microfito vegetava isolato da qualunque altra specie. Sebbene generalmente in queste successive trapiantazioni le specie accessorie possano finire per perdersi, sopraffatte dalle specie coltivate, tuttavia non è sempre facile ottenere regolarmente una cultura pura, e per giungervi bisogna talvolta ripeter in gran numero le trapiantazioni. Adoperando invece i substrati nutritivi solidi o semisolidi, si può avere fino dal primo momento una separazione delle singole specie, perchè i singoli germi si svilupparono ognuno in diversi punti, senza esser disturbati dalla evoluzione degli altri. Con questo si comprende quanto sia più facile, e come offra maggior garanzia di pronto resultato, il togliere dalla gelatina i germi di quel Bacterio che si vuol coltivare, andandolo a prendere più precisamente nel luogo dove è cresciuto in colonia pura.

Basterà toccare la gelatina in questo punto con un filo metallico, per esser sicuri di aver preso qualche individuo, che si farà poi svolgere di nuovo nella gelatina, o in liquido di altra natura. Se la prima vegetazione del Microfito avvenne in un liquido, basterà prendere qualche goccia della cultura madre e mescolarla accuratamente a della gelatina, aspettando che su questa si sieno sviluppate le colonie, dalle quali per mezzo di un filo metallico, si preleverà la microscopica porzione, che deve servire alle successive culture da farsi nel modo anzidetto.

Di varia specie, e variamente preparate, sono le gelatine che si destinano alla cultura dei Bacteri, ed ognuno può comporre miscugli differentissimi, aggiungendo infusi e decotti vegetali o animali alla colla di pesce, o alle gelatine vegetali. Fra le più usate rammenteremo la gelatina di colla di pesce e l'altra di Agar-agar, ambedue coll'aggiunta di infuso di carne peptonizzato; la gelatina di siero di sangue, e la gelatina di lichene con brodo di carne.

Per preparare la gelatina di colla di pesce con infuso di carne peptonizzato, si prendono 500gr. di carne magra, che vien posta sminuzzata in 1 litro di acqua stillata, e mantenuta per 24 ore in luogo ben fresco. Decantato il liquido e spremuta la carne, si aggiunge tanta acqua stillata da ricondurre il volume a 1 litro, e poi 10gr. di peptone e 5gr. di cloruro di sodio, e si fa bollire. Filtrato il liquido, vi si gettano 50 o 100gr. di colla di pesce finissima, che si fa liquefare a bagno-maria o alla stufa, per circa una mezza ora. Si neutralizza quindi l'acidità mediante l'aggiunta di carbonato sodico, si fa bollire per qualche minutò, e si filtra a caldo in imbuto a doppie pareti. Il liquido è di un bel colore giallo d'ambra e trasparentissimo, e si conserva in matracci di vetro di 200 a 300 grammi di capacità, dopo averlo sterilizzato col metodo del riscaldamento intermittente, che fu da noi già descritto (1).

La gelatina di Agar-agar, o sostanza gelatinosa estratta da un alga, si prepara nel modo stesso della precedènte, cioè aggiungendo questa sostanza da 1 a 2 per 100 al brodo di carne peptonizzato, ottenuto nel modo con cui sopra fu detto. Questa gelatina di colore giallognolo, è meno trasparente di quella di colla di pesce, e si mantiene solida fino a 40.°

In alcuni casi alle gelatine di colla di pesce e di Agar-agar, il Koch sostituisce il siero di sangue rappreso, che prepara sterilizzando prima il siero, per mezzo del riscaldamento discontinuo proposto dal Tyndall, e che poi fa rapprendere ad una temperatura di 65°, ottenendo così una massa solida, della consistenza dell'albume cotto dell'uovo, abbastanza trasparente, e di un colore giallo d'ambra. Il siero di sangue, in tal modo preparato, si ritiene come un eccellente terreno nutritivo per la maggior parte dei Bacteri patogeni, sebbene presenti l'inconveniente di non prestarsi alla liquefazione, come le altre gelatine, e di non potere essere adoperato per le culture isolanti.

Il dott. Banti (2), per rimediare agli ultimi inconvenienti segnalati nell'uso del siero di sangue rappreso, ha proposto di preparare una gelatina di siero di sangue, mescolando a due parti di siero, una parte di gelatina di Agar-agar con infuso di carne peptonizzato (Agar-agar 3 per 100); avendo la precauzione di far la miscela al disotto di 60°. Il miscuglio, che contiene l' 1 per 100 di Agar-agar, è sterilizzato per 5 giorni successivi alla temperatura di 58.° In tal modo il dott. Banti ottiene una materia nutritiva

---

(1) Vedi p. 343.

(2) *Banti G.* I nuovi metodi di studio dei Bacteri. (Sperimentale, 1885, Maggio. p. 521).

trasparente, solida alla temperatura ordinaria, e che si liquefà verso i 40°. Questa gelatina ha però l'inconveniente, come il siero del sangue, di non sostenere che temperature inferiori a 60°, perchè altrimenti ne avverrebbe la coagulazione.

Se le gelatine fino ad ora descritte hanno molti e incontestabili benefizi, non son prive però di alcuni inconvenienti. La gelatina di Agar-agar, è vero, non si liquefà che a 42° o 43°, e l'altra di siero di sangue verso i 40°; ma quella di colla di pesce divien fluida verso i 30°, ciò che impedisce di eseguirvi le culture di quei Bacteri, che vegetano al di sopra di queste temperature. Un secondo inconveniente è quello di non resistere senza intorbidarsi ad una sterilizzazione di 110.°

Il Miquel (1) ha da qualche tempo rimediato ai due inconvenienti segnalati, sostituendo alle ordinarie gelatine alimentari, una gelatina di lichene, la quale non fonde che fra 55° e 60°, e che può esser mantenuta per diverse ore alla temperatura di 110°, senza perdere la proprietà di rapprendersi, e senza intorbidarsi.

La gelatina di lichene si prepara ponendo 300gr. a 400gr. di *Fucus crispus* in 10l. di acqua, e facendo digerire per diverse ore alla temperatura di 100.° Il decotto vien colato per staccio, di nuovo bollito e passato a traverso un setaccio finissimo, entro un imbuto da filtrare a caldo. Il liquido si fa evaporare a bagnomaria, e si versa quindi in vaschette di porcellana, da dove, quando la gelatina è rappresa, si stacca e si pone a seccare sopra una rete metallica a 40° e 45.° La gelatina di lichene una volta secca, non differisce all'aspetto dalle ordinarie gelatine, e può essere aggiunta, nelle proporzioni di 1 a 100, al brodo di carne, per renderlo adatto alle culture solide fino a 45° ed anche 50.°

Le culture sulla gelatina fatte allo scopo precipuo di isolare una specie di Bacteri da tutte le altre specie che l'accompagnano, possono praticarsi in due modi: o deponendo cioè la specie alla superficie della gelatina, o mescolandola a questa in modo che vi resti uniformemente disseminata.

A porre in pratica il primo metodo, si comincia dallo stendere uno strato di gelatina sopra una lastra di vetro mantenuta orizzontale, e raffreddata col ghiaccio. Quando la gelatina è quasi solidificata, con un filo di platino si prende una piccola porzione della sostanza che contiene i Bacteri, e si tracciano sulla superficie della gelatina delle strie o dei solchi poco profondi. In tal modo i germi che erano aderenti alla punta del filo di platino, si distribuiscono lungo le linee tracciate, e restando fissi nel luogo ove furon depositati, si sviluppano sul posto in altrettante colonie, abbastanza separate da non confondersi le une colle altre, e per conseguenza si può togliere da esse quegli individui, che devono servire di ceppo alle successive culture.

Il secondo metodo per trapiantare ed isolare la specie da coltivarsi, si pratica prelevando con un filo di platino, foggiato ad uncino o ad occhiello,

(1) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1885, p. 569.

una piccola porzione della sostanza in cui son contenuti i Bacteri, e immergendo il filo di platino in un tubetto contenente della gelatina liquefatta. Dopo aver smosso a più riprese il filo nella gelatina, ed avere agitato ripetutamente, per mescolarvi il materiale che v' è stato deposto, si versa il tutto sopra una lastra di vetro posta orizzontalmente, e raffreddata col ghiaccio. Con tale manovra i germi trasportati nella gelatina col filo di platino, vi si mescolano e vi rimangono disseminati in modo, che ognuno resta imprigionato nel luogo dove fu sorpreso nel momento della solidificazione della gelatina, e quivi si sviluppa in colonia separata e distinta.

Ottenuta nell'un modo o nell'altro la separazione dei diversi organismi, contenuti primitivamente nella porzione di materiale seminato, resta facile, giovandosi dell'osservazione microscopica a 100 e 150 diametri, scegliere dalle diverse colonie, e prelevare quegli individui che devono servire alle successive culture allo stato di purezza, le quali, come diremo, si fanno pure sulla gelatina in semplici tubi da saggio.

§ 2.° — *Apparecchi di cultura.*

Non da tutti è ugualmente ammessa la necessità di operare in apparecchi, che assicurino un'atmosfera perfettamente sterile. Alcuni anzi credono di potere fare a meno negli esperimenti di cultura di questa precauzione, che altri giustamente ritengono indispensabile, e dicono che nella maggior parte dei casi basta proteggere il liquido o la sostanza solida con un riparo, che impedisca l'ingresso alle polveri atmosferiche.

Se coloro, che danno la preferenza alle sostanze liquide nella separazione e nelle culture successive dei Bacteri, hanno immaginato apparecchi più o meno ingegnosi, ma rispondenti tutti ad un medesimo intendimento, quello cioè di garantirsi da qualunque possibile infezione dell'aria esterna; dall'altro lato l'uso ognor crescente dei terreni solidi, ha semplificato di non poco le operazioni di cultura, e più che mai i relativi apparecchi.

I partigiani delle culture nei substrati solidi, non concedono soverchia importanza al fatto, che l'aria esterna possa deporre qualche corpuscolo organizzato sulle loro preparazioni; e dicono che, ammessa pure questa possibilità, gli organismi estranei, cadendo allo stato di germe sulla cultura già avviata, sarà necessario un certo tempo perchè il germe si trasformi in individui adulti, ed anche in questo caso, si moltiplicherà restando in colonia distinta e separata, e perciò potrà riconoscersi ed essere eliminato, dovendo i nuovi organismi restare necessariamente in numero sempre scarso e insignificante, di fronte alla specie coltivata.

Se le precedenti considerazioni possono aver valore nel caso in cui la cultura sia eseguita sopra una sostanza solida, ed abbia per iscopo di isolare e purificare una data specie di Bacteri, onde studiarne i caratteri botanici e le proprietà vitali, non hanno certo il medesimo peso, quando l'esperienza si eseguisca coll'intendimento di numerare i Bacteri contenuti in una

data atmosfera. In questo caso particolare, se l'ambiente in cui si eseguisce la cultura non avrà tutta la purezza assolutamente necessaria, i germi estranei daranno luogo a intorbidamenti, se trattisi di un liquido, o a colonie, se la sostanza nutritiva sia solida, i quali non potendo esser distinti o riconosciuti fra la grande varietà degli organismi atmosferici, erroneamente saranno messi in conto di quell'atmosfera di cui si vuol saggiare la purezza, e così le operazioni statistiche saranno irrimediabilmente falsate.

Si preferiscano dunque nelle indagini bacterologiche su l'aria, o i liquidi o le sostanze solide, resta per noi dimostrato che le prime germinazioni, intraprese allo scopo di giudicare del numero dei germi contenuti in una data atmosfera e sopra un dato volume di aria, debbano *sempre* e *necessariamente* eseguirsi in apparecchi ed in ambienti, da eliminare qualunque pericolo di infezione estranea.

Per intraprendere la separazione e la cultura dei Bacteri in terreni solidi e semisolidi, gli apparecchi sono abbastanza semplici, e le manovre altrettanto facili e pronte. Abbiam detto che per effettuare sulla gelatina rappresa, la separazione di una data specie di Bacteri dalle altre specie che l' accompagnano, si poteva operare in due modi; cioè depositare il materiale infettante, per mezzo di un filo di platino, su la superficie di una lastra di gelatina rappresa; oppure mescolare la cultura madre a della gelatina fluida, da farsi quindi immediatamente solidificare col ghiaccio sopra una lastra o in una scatoletta di vetro. Provvisto nell' un modo o nell' altro alla separazione dei diversi organismi, la sostanza nutritiva su cui furono seminati i Bacteri, è posta in una camera umida protetta da una semplice campana di cristallo, ed è lasciata là in incubazione pel tempo necessario, alla temperatura del Laboratorio. Come si vede, se la manovra è pronta e se l'apparecchio è semplice, abbiamo in corrispondenza altrettanta facilità di una infezione consecutiva (1).

Di uguale semplicità sono le manovre e gli apparecchi, con cui si eseguiscono sui mezzi solidi le culture allo stato di purezza delle specie, isolate con uno dei metodi predetti. In questo caso l' apparecchio di cultura consiste in un semplice tubo da saggio, contenente della gelatina solidificata, e sulla quale per mezzo di un filo di platino o di un ago, si deposita l'organismo da coltivarsi, tolto da una colonia pura. Un semplice tampone di ovatta, che si colloca alla bocca del tubo, lo protegge dalla infezione dell'aria esterna. Volendo eseguire successive culture, l'inoculazione si fa da tubo a tubo, cioè prendendo una particella della colonia pura sviluppata nel primo tubo, e seminandola in un secondo tubo contenente della gelatina sterile.

---

(1) L' infezione in questi casi è tanto più facile, inquantochè si opera in ambienti, nei quali l' aria è necessariamente carica di germi, come sempre succede nei locali destinati alle indagini bacterologiche. Vedasi a questo proposito ciò che fu scritto alla pag. 131 relativamente al Laboratorio micrografico dell' Osservatorio di Montsouris.

Allorquando si preferisca ricorrere alle culture in liquidi, oppure sia questa una necessità, perchè si debba procedere alla constatazione ed alla numerazione dei germi atmosferici, allora fa d'uopo servirsi di apparecchi speciali, che impediscano assolutamente l'ingresso dell'aria esterna, o meglio che ve la facciano entrare e circolare assolutamente sterile.

Da questo lato l'ingegno del Pasteur, e di quelli che l'hanno seguito, ha immaginato recipienti di varie forme e dimensioni, ma costruiti tutti in modo da sodisfare a due condizioni indispensabili, l'una di essere inaccessibili ai germi esterni durante il tempo dell'esperimento, l'altra di potere introdurre facilmente le piccole porzioni di liquido, che devono servire a trapiantare la specie da coltivarsi.

Apparecchi Pasteur. — Il più antico recipiente usato dal Pasteur, e da lui posto in opera nelle culture delle Mucedinee, è rappresentato dalla Fig. 2 della Tav. XV. Esso consiste in un pallone della capacità di circa $^1/_2$ litro, con due tubulature, l'una piegata a collo di cigno, e che nella sua ultima porzione è ridotta capillare; l'altra diritta che si inalza quasi verticalmente, e che si chiude per mezzo di un tubo di cautchouch e di un pezzetto di vetro. Il pallone, pieno a metà del liquido nutritivo, è sottoposto all'ebullizione, lasciando che il vapore, che trova chiusa ogni altra via, esca dal tubo a collo di cigno. Spento il fuoco, l'aria rientra lentamente nell'interno del pallone, depositando i suoi germi nel tubo capillare bagnato dal vapore condensato, e che nella sua ultima piegatura presenta una vera valvola idraulica. La introduzione della specie microscopica da coltivarsi, si fa dalla parte della tubulatura retta, togliendo cioè il tappo di vetro, e portando la specie a contatto col liquido nutritivo per mezzo di un filo metallico. L'apparecchio del Pasteur può adoperarsi per quei liquidi, che, come il mosto di uva o di birra, possono essere sterilizzati col semplice calore dell'ebullizione.

Un altro apparecchio, pure del Pasteur, da lui usato per modificare fuori del contatto dell'aria esterna i liquidi nutritivi sterilizzati, per mezzo dell'aggiunta di un principio chimico sciolto in un veicolo privo di germi, è quello rappresentato dalla Fig. 3 della Tav. XV.

In una delle branche dell'apparecchio si mette il liquido nutritivo che deve servire alla riproduzione del Bacterio; nell'altra o il medesimo liquido destinato a servire da testimone, oppure un altro liquido adatto a produrre delle reazioni chimiche nella soluzione nutritiva. Il tampone di ovatta, posto alla parte superiore del tubo aperto, serve a dar passaggio all'aria esterna, privandola in precedenza delle sue particelle sospese. L'apparecchio avanti di ricevere le soluzioni, è posto in un bagno liquido a 115°, avendo precedentemente chiuso al cannello le due punte affilate, le quali, una volta rotte, servono ad introdurre separatamente i liquidi nelle due parti del recipiente. L'apparecchio del Pasteur, sebbene possa utilmente servire in alcuni casi, tuttavia è troppo complicato, troppo fragile e difficile a maneggiarsi, nè corrisponde sempre allo scopo per cui fu immaginato.

Molto meglio inteso e più pratico, è un terzo apparecchio del Pasteur,

descritto per la prima volta dallo Chamberland, e che consiste in un matraccio della forma dei Picnometri, di cui ci serviamo per determinare la densità dei corpi solidi o delle sostanze pulverulenti (Fig. 4, Tav. XV). Esso ne differisce solamente nel tappo smerigliato all' interno, che copre a guisa di cappuccio il collo del matraccio, e che termina superiormente con un tubo aperto entro cui sta un tampone di ovatta, *a*. Ogni qualvolta vi sia bisogno di prendere o di aggiungere del liquido, non si fa altro che sollevare rapidamente il tappo, e riporlo appena eseguita l' operazione.

Apparecchio Miquel. — Il Miquel per la cultura dei Microbi adopra un tubo a bolla (Fig. 5, Tav. XV), che differisce pochissimo da quello da lui usato per raccogliere le polveri aeree, e da noi già descritto alla pagina 315. Dalla punta *a*, una volta che sia rotta, si eseguiscono le seminazioni per mezzo di un filo di platino; e per introdurre o per prendere porzioni di liquido, si fa uso di una pipetta ad estremità capillare. L'aria esterna entra nell'apparecchio dalla apertura superiore *b*, filtrandosi attraverso un tampone di vetro filato, *d*.

Apparecchio Tyndall. — Il Tyndall il più spesso eseguisce le sue culture in tubi da saggio protetti da tamponi di ovatta, ma si serve anche dei tubi a bolla del Roberts, e della pipetta a collo curvo ed a punta affilata, che somiglia a quella immaginata dallo Chamberland, per raccogliere i liquidi dall'organismo vivente, fuori del contatto dell'aria (Fig. 9, Tav. XIV). Quando poi si tratti di operare in condizioni eccezionali di pressione e di temperatura, o a contatto con atmosfere gassose speciali, allora il Tyndall usa degli apparecchi che son disegnati nelle Fig. 1 e 2 della Tav. XVI. Per le manovre necessarie a preparare e porre in esperimento tali apparecchi, il lettore può consultare la Memoria originale del Tyndall (1).

Apparecchio Roberts. — Il Roberts (2) per la cultura dei germi ha raccomandato un apparecchio, che egli chiama *bolle tamponate* (*plugged-bulbs*), e che sono state provate anche dal Tyndall. L'apparecchio del Roberts, come si vede nella Fig. 3 della Tav. XVI, si compone di un rigonfiamento cilindrico lungo $0,^{m}12$ chiuso inferiormente, e terminato alla parte superiore da un tubo aperto (*A*).

Queste pipette vengon ripiene del liquido nutritivo fino a due terzi. Un tampone di ovatta è collocato nella parte superiore del tubo, che quindi vien chiuso al cannello (*B*). Gli apparecchi son posti allora in un bagno di acqua, che si riscalda gradatamente fino al bollore, mantenendo tale temperatura per soli 10 minuti.

---

(1) *Tyndall.* Les Microbes. Paris, 1882, p. 210 e 215.
(2) *Roberts.* Philosophical Transactions. CLXIV, p. 460.

Dopo raffreddamento, un colpo di lima stacca la punta saldata al di sopra del tampone, ed allora la pipetta prende la forma che si vede in *C* (1).

Il Tyndall ha modificato alquanto l' apparecchio del Roberts, curvando in basso il collo della pipetta di un angolo di 45°, e collocando il tampone di ovatta durante l'ebullizione, che è mantenuta per soli 5 minuti. La pipetta del Tyndall è rappresentata dalla Fig. 4 della Tav. XVI.

Negli esperimenti eseguiti dal Tyndall per confrontare le pipette del Roberts, con quella da lui modificata, si ebbe sempre l' alterazione dell' infusione, dopochè le pipette erano state aperte all'aria, sebbene fossero sempre protette dai tamponi di ovatta. L' alterazione avvenne più rapidamente nelle pipette Roberts, che in quelle Tyndall, e la deduzione che può trarsi da queste esperienze, è che il bollore non era giunto a distruggere i germi contenuti primitivamente nel liquido.

Apparecchio Cohn. — La Fig. 5 della Tav. XVI rappresenta l' apparecchio adoperato dal Cohn (2). Il rigonfiamento cilindrico inferiore *A*, ripieno per 2/3 del liquido nutritivo, è immerso nell' acqua a bollore, e v'è mantenuto per un certo tempo. L' apparecchio è tolto quindi dal bagno, e dopo averlo lasciato un poco aperto, perchè l' acqua condensata nel suo collo si evapori, si tura l' imbuto superiore *C* con un tampone di ovatta. Il Cohn è di parere che operando in questo modo si toglie il caso dell'ingresso dell' aria esterna. Gli esperimenti eseguiti dal Tyndall cogli apparecchi del Cohn, dimostrarono che le infusioni bene spesso si alteravano, sia perchè la temperatura adoperata fu insufficiente ad uccidere i germi del liquido, sia perchè l' aria esterna si era fatta strada nell' apparecchio.

Apparecchio Freudenreich. — Finalmente come recipienti di cultura sono adattissimi i vasetti del Freudenreich (Fig. 8, Tav. XV), già da noi raccomandati a proposito delle indagini su l'acqua di pioggia (3). Le piccole dimensioni dell'apparecchio, la sua forma cilindrica e il fondo piatto, il tappo a guisa di cappuccio e tubulato che permette la circolazione dell'aria sterile, e che può togliersi e rimettersi con prontezza, raccomandano i vasetti del Freudenreich tanto per le culture in liquidi, quanto per quelle sulle gelatine rapprese.

Alcune volte nello studiare una specie di Bacteri, può esser utile riconoscere se appartenga alla classe degli aerobi o degli anaerobi, stabilita dal

(1) La manovra, più che l'apparecchio del Roberts, lascia molto a desiderare. Senza dire che la sterilità dell'infusione fatta a quella temperatura e per quel tempo, è affatto illusoria, abbiamo l'inconveniente che non solo qualche volta per accidente il tampone può inumidirsi con la infusione, ma accade sempre che il vapore del liquido che bolle penetra nell' ovatta, e per la sua condensazione può caricarsi di germi dell' aria esterna. L'uso dell' ovatta come mezzo di proteggere i liquidi, è sempre pericoloso, quando si opera come il Roberts.

(2) *Cohn.* Beitr. z. Biol, d. Pflanzen, p. 259.

(3) Vedi p. 264.

Pasteur. Sebbene il Cohn, ed altri con lui, non ammettano questa distinzione, ed i recenti esperimenti dell' Hoppe-Seyler tendano a contestarla, pur tuttavia, siccome può esser utile il vedere come si comporta un dato organismo in presenza dell' ossigeno libero, oppure in atmosfere o in liquidi che ne sian privi, così accennerò brevemente il modo da seguirsi per riconoscere se un Bacterio è aerobio od anaerobio. L'apparecchio a questo scopo descritto dal Miquel (1), consiste in due palle fra loro comunicanti superiormente per mezzo di un tubo, in una delle quali si pone il liquido con l'organismo supposto anaerobio, nell' altra una soluzione di idrosolfito di sodio (2), mentre si fa passare nell' apparecchio una corrente d' idrogeno per scacciarne tutta l'aria. Allora, avendo in precedenza riscaldato le due palle, si fa cadere qualche goccia della soluzione dell' idrosolfito nel liquido nutritivo che contiene il Microfito, per ottenere la scomparsa completa dell' ossigeno che fosse rimasto disciolto nel liquido. Anche il doppio tubo del Pasteur, rappresentato dalla Fig. 3. Tav. XV, può servire al medesimo scopo, come può servire a provare l' azione di diverse sostanze sopra una specie di Bacteri, fuori del contatto dell' aria esterna e senza aprire l' apparecchio.

Prove con gas e con atmosfere artificiali, possono eseguirsi facilmente in apparecchi, da immaginarsi a seconda dello scopo che uno si propone, e che abbiano tubulature per l' ingresso e per l' uscita dei gas. Gli esperimenti da praticarsi sotto forti pressioni, o dove occorra raggiungere temperature elevate, o freddo intenso, debbono esser fatte in apparecchi speciali di metallo od anche di vetro, purchè abbiano la resistenza voluta.

Finalmente non di rado può occorrere di coltivare i Bacteri, sottoponendoli nel medesimo tempo a varie prove, non più negli apparecchi fin qui descritti, ma sotto il campo del microscopio, per sorprendere le loro fasi di evoluzione, ed i più piccoli mutamenti nelle loro proprietà e nelle loro abitudini. Gli apparecchi che si conoscono sotto il nome di *tavole* o *camere umide, cellule di riscaldamento*, ecc., e che sono di uso così frequente in microscopia, servono benissimo a queste investigazioni. Fra i migliori di tali apparecchi rammenterò la tavola dello Stricher, dove si può mantenere una temperatura costante, ed avere uno spazio chiuso per la circolazione di un liquido, di un gas e di un' atmosfera secca o umida; la camera umida del Ranvier, la cellula umida del Van Tieghem e del Lemonnier, e le molte altre poste in commercio dai vari fabbricanti di microscopi. Un apparecchio che corrisponde benissimo a tutte le esigenze, è quello che può costruirsi facilmente da sè stessi, e che consiste in una lastra di vetro porta-oggetti, sopra cui si salda col mastice un anello di vetro a pareti piuttosto grosse, alto da 5 a 6 millimetri, smerigliato superiormente, in modo da adattarvi un vetrino copri-oggetto sottilissimo, il quale, mantenuto da un poco di grasso, stabilisce una chiusura perfetta. L'anello può avere lateralmente, a circa la

---

(1) *Miquel.* Ann. d. l'Obs. d. Montsouris, 1881, p. 445.

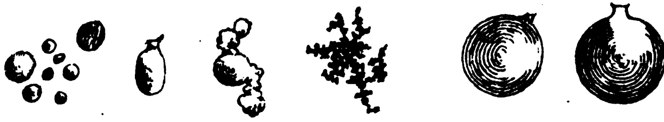
(2) Lo Schutzenberger propose l' uso dell' idrosolfito di sodio per far scomparire l' ossigeno sciolto in un liquido.

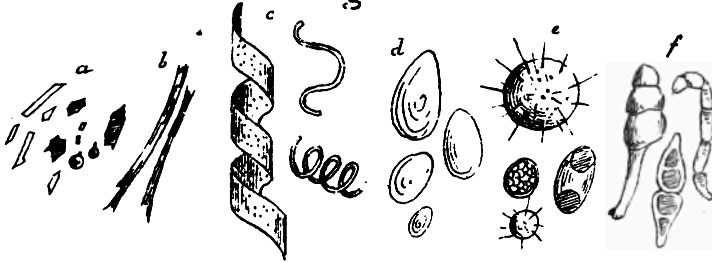
metà della sua altezza, due fori, da chiudersi con bacchettine di vetro smerigliato, dai quali si introducono i microrganismi da studiarsi, per mezzo di un filo di platino terminato ad uncino o ad occhiello, facendoli aderire alla superficie del vetrino copri-oggetti. Ai medesimi fori si possono adattare due piccoli tubi di vetro, da permettere la circolazione di un gas o di un liquido nello spazio chiuso. Finalmente nel fondo della cellula si colloca qualche goccia di acqua sterilizzata per mantenere un'atmosfera umida.

FINE.

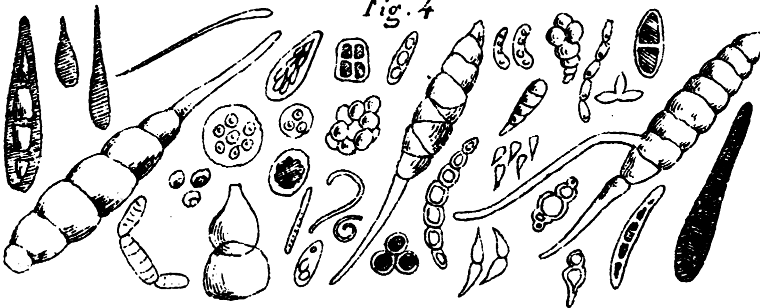
ERRATA-CORRIGE

Pag. 202 verso 33 Reichs *leggi* Rietsch.









D. G. Roster del.

Fig. 1

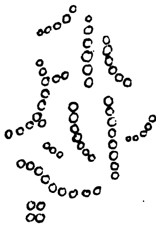


Fig. 2

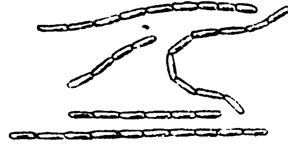


Fig. 3



Fig. 4

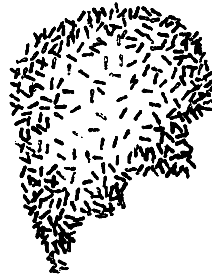


Fig. 5

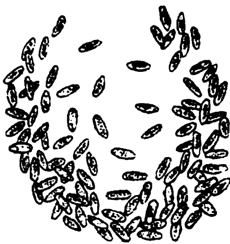
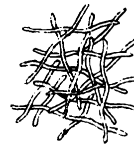


Fig. 6



Fig. 7



D. G. Roster del.

Fig. 1

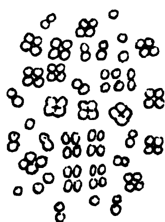


Fig. 2

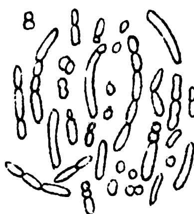


Fig. 3

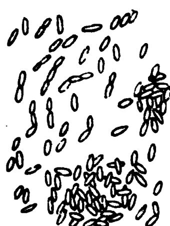


Fig. 4

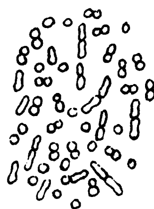
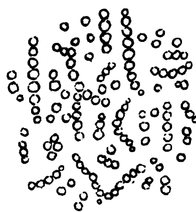


Fig. 5



Fig. 6



D. G. Roster d. l.

Fig. 1

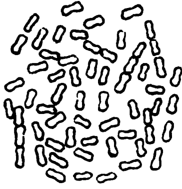


Fig. 2

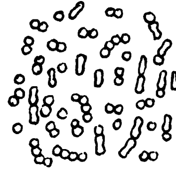


Fig. 3

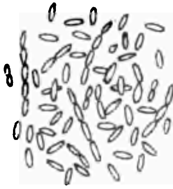


Fig. 4

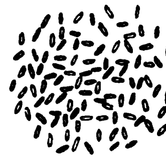


Fig. 6

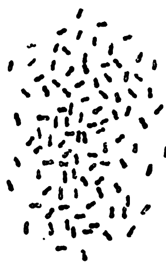


Fig. 5



Fig. 7



D. G. Roster del.

Fig. 1

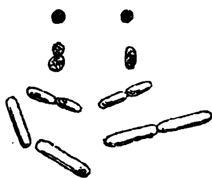


Fig. 2

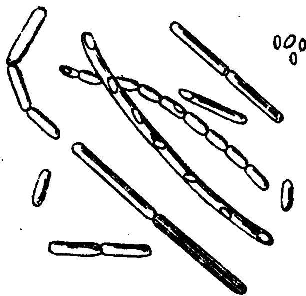


Fig. 3

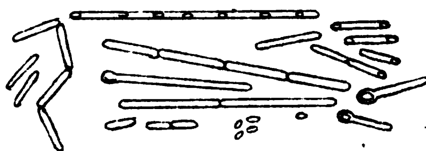


Fig. 4

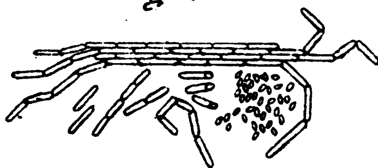


Fig. 5

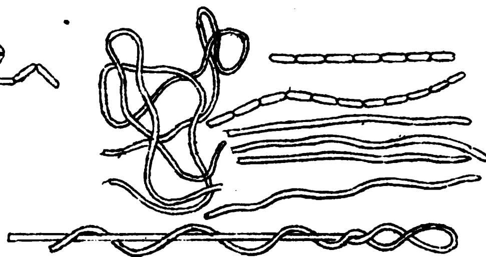


Fig. 6



Fig. 7

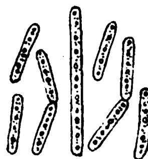
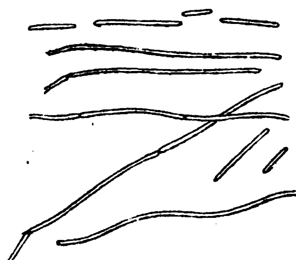
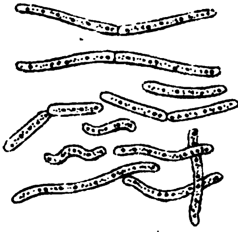
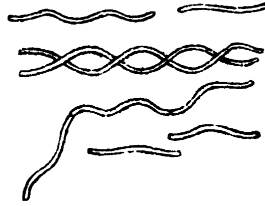


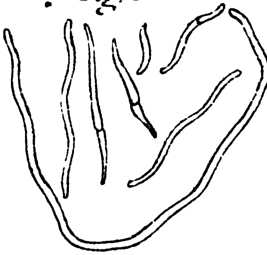
Fig. 8



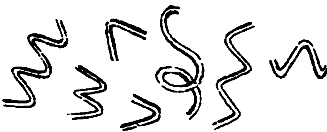
D. G. Roster del.

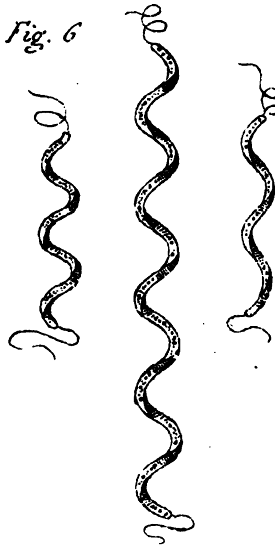


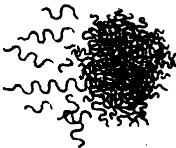


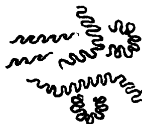












D. G. Roster del.

Fig. 1

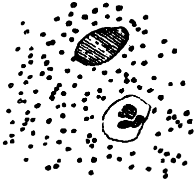


Fig. 2

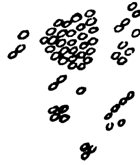


Fig. 3

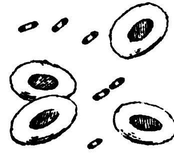


Fig. 4



Fig. 5

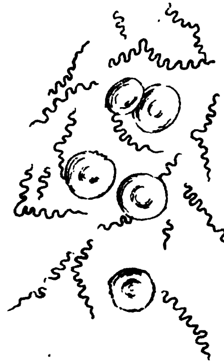


Fig. 6

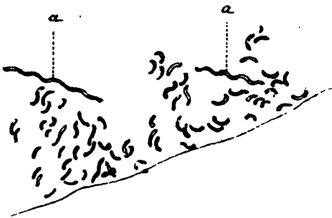
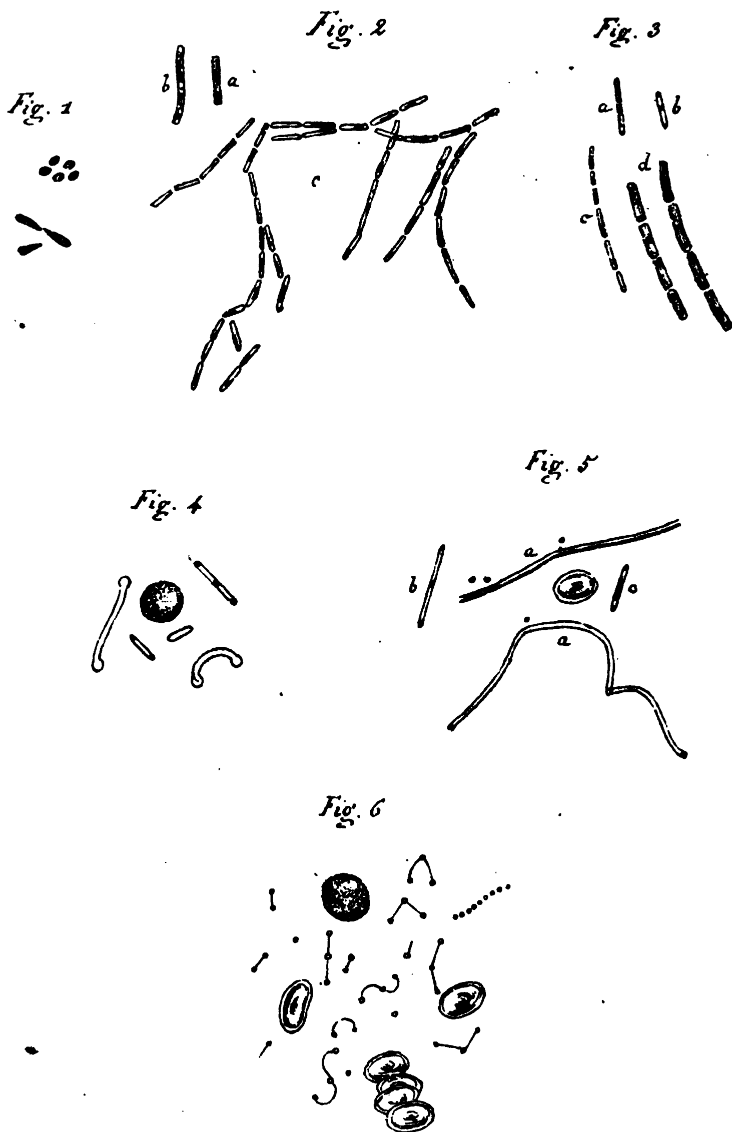


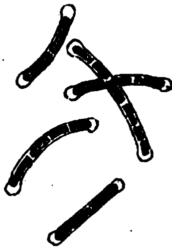
Fig. 7

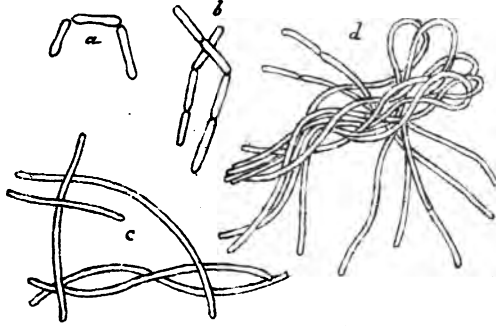


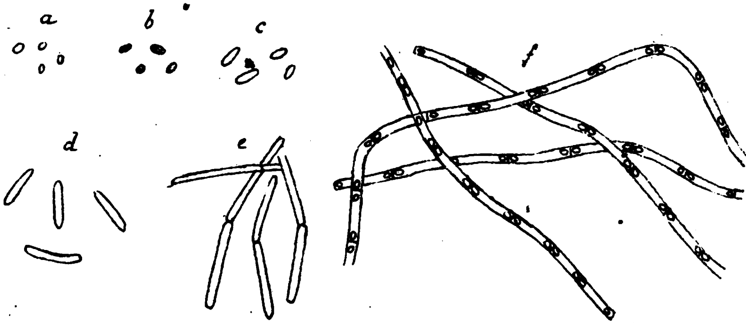
D. G. Roster del.

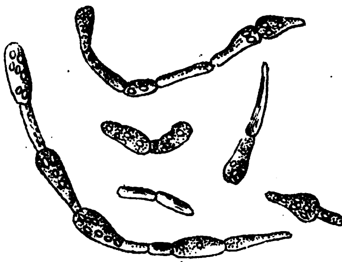


D. G. Roster del.



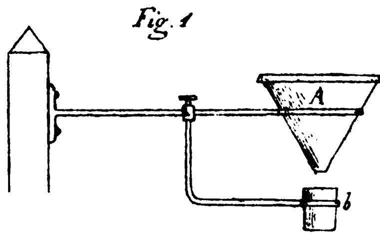


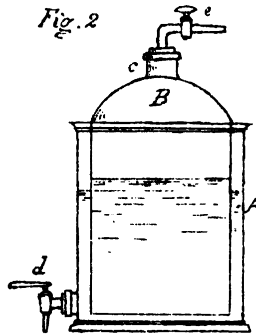


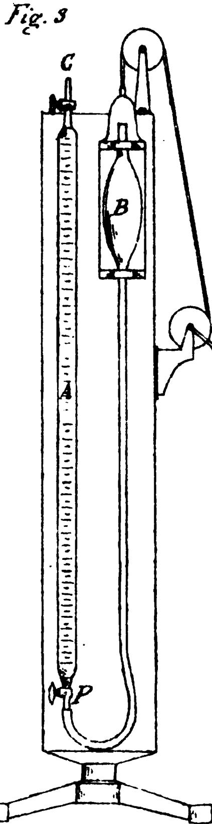


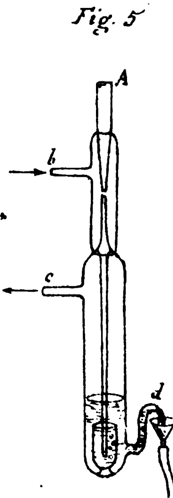


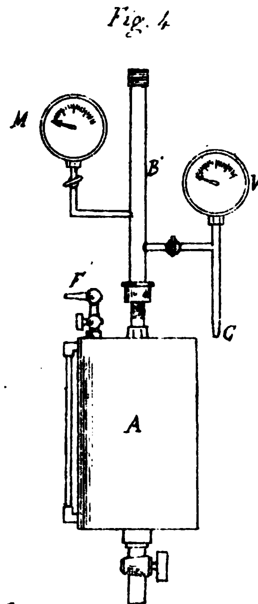
D. G. Roster del.

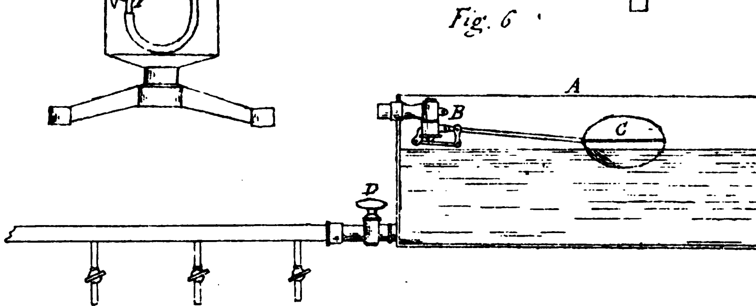




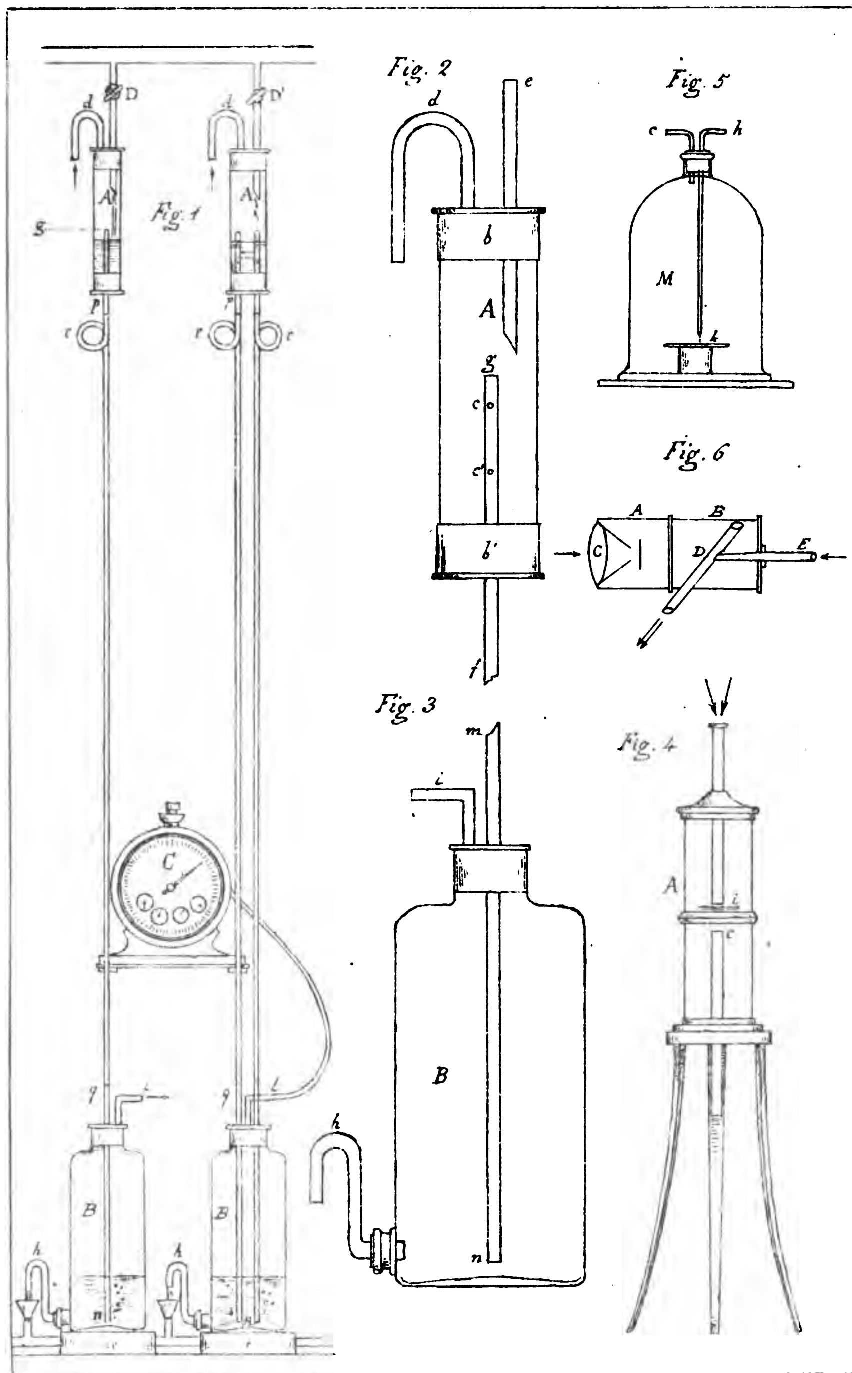




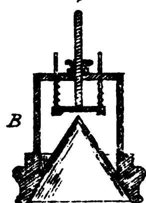


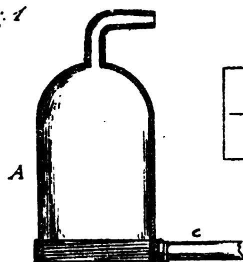


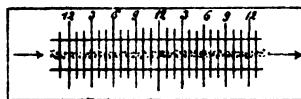
D. G. Rester del.

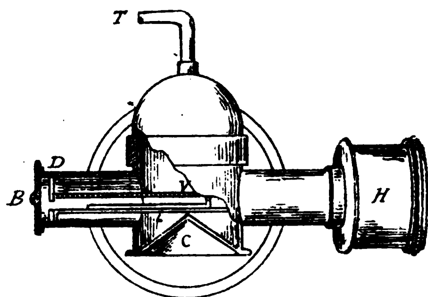


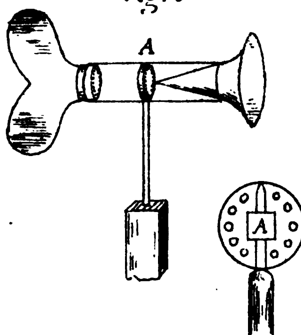
D. G. Roster del.

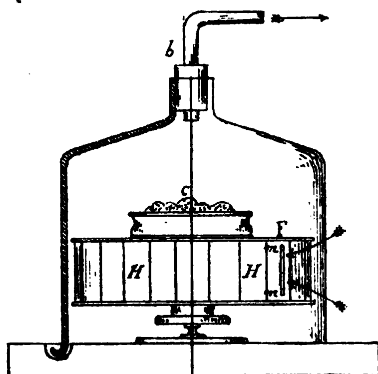


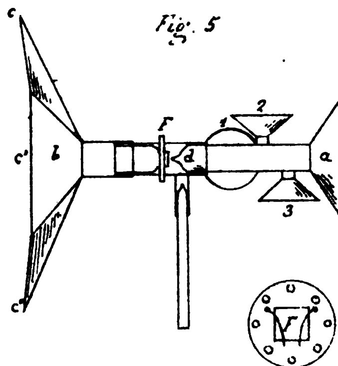




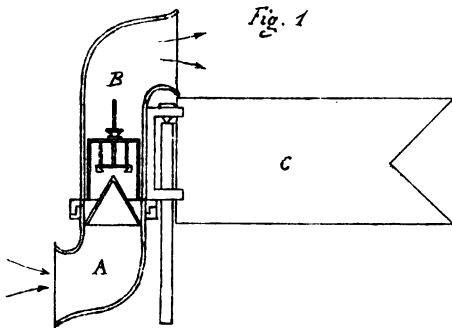


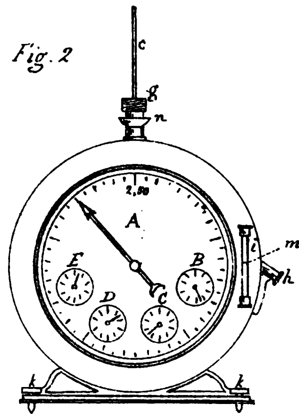


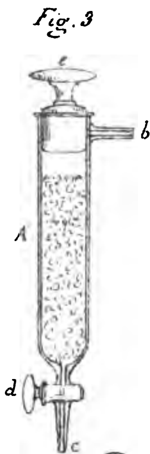


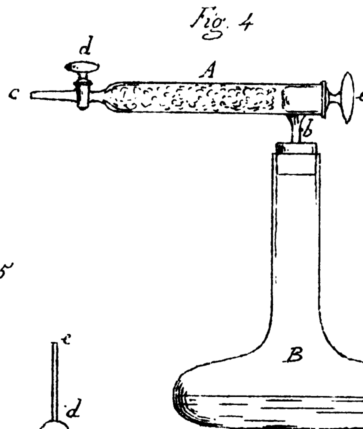


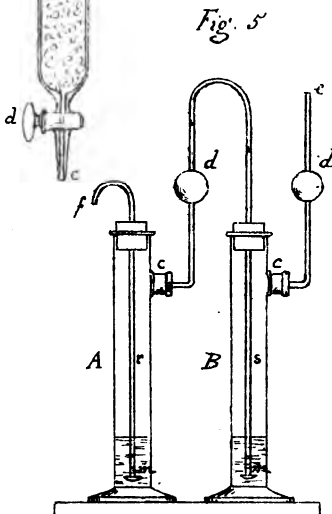
D. G. Roster del.

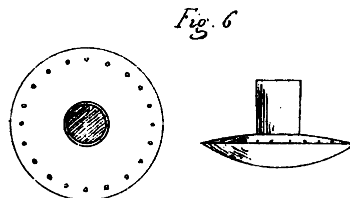




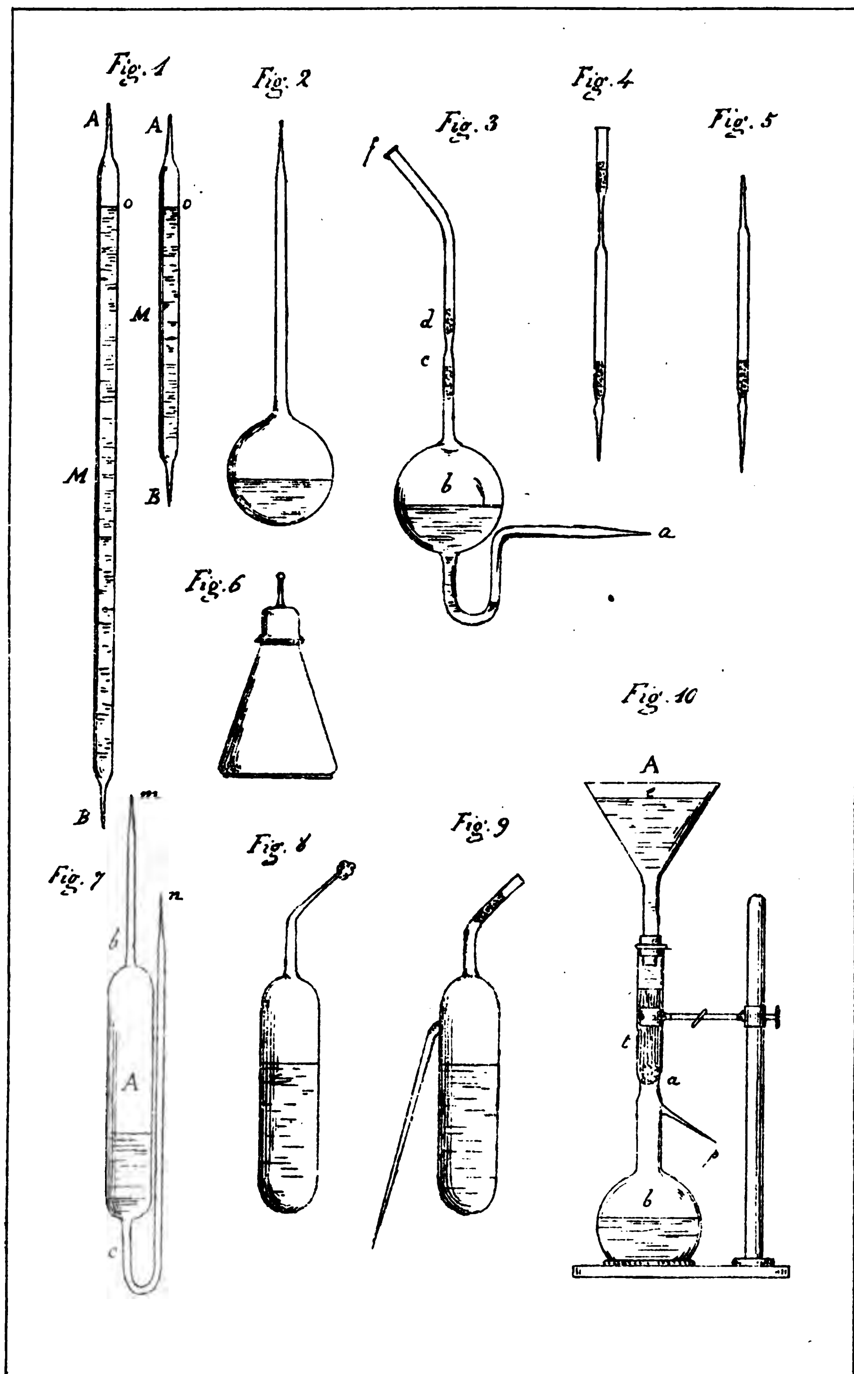




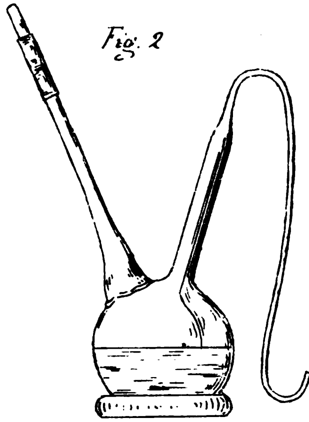


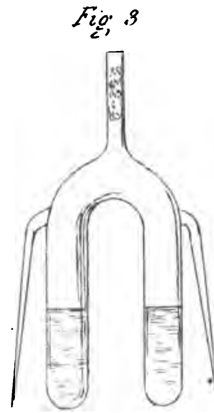


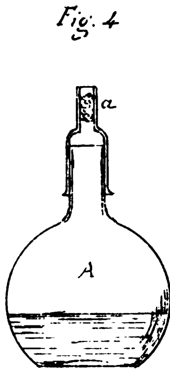
D. G. Roster del.

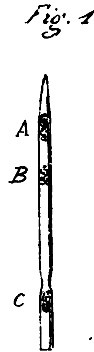


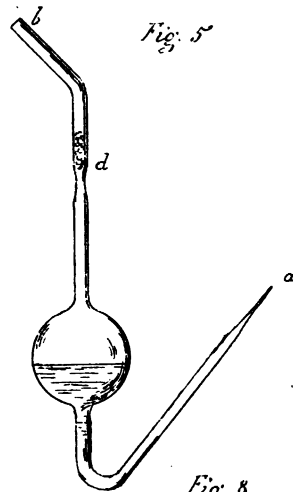
D. G. Roster del.

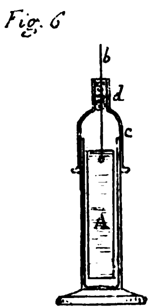


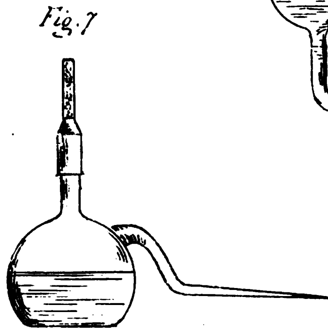


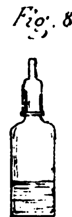




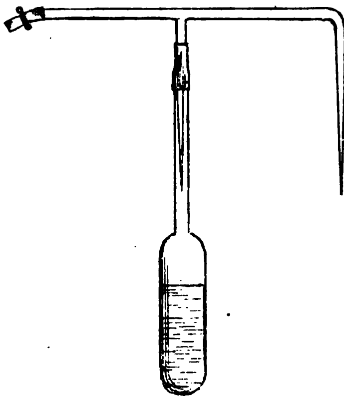


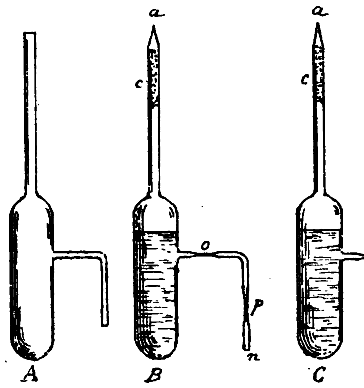


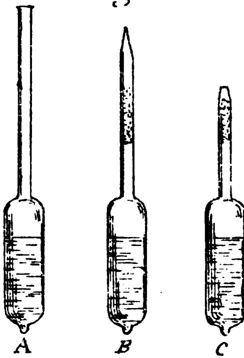


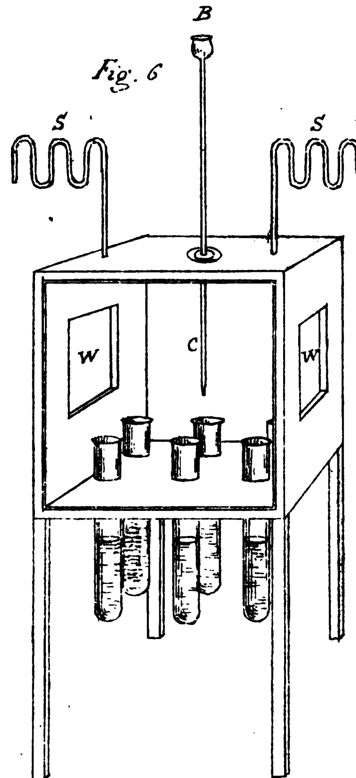


D. G Roster del.













D. G. Roster del.



